



**FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**CAIO CESAR DA SILVA BARBOSA
RIVAN ANTONIO DA SILVA**

**ELABORAÇÃO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO
DE ÁGUA PLUVIAL EM UM HOTEL NA CIDADE DE
JARAGUÁ-GO**

PUBLICAÇÃO Nº: 08

**GOIANÉSIA / GO
2021**



**CAIO CESAR DA SILVA BARBOSA
RIVAN ANTONIO DA SILVA**

**ELABORAÇÃO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO
DE ÁGUA PLUVIAL EM UM HOTEL NA CIDADE DE
JARAGUÁ-GO**

PUBLICAÇÃO Nº: 08

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA FACEG.**

ORIENTADOR: ME. ROBSON DE OLIVEIRA FELIX

GOIANÉSIA / GO: 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

BARBOSA, CAIO CESAR DA SILVA; SILVA, RIVAN ANTONIO DA.

Elaboração de um sistema de aproveitamento de água pluvial em um hotel na cidade de Jaraguá-GO [Goiás] 2021 xi, 97p, 297 mm (ENC/FACEG, Bacharel, Engenharia Civil, 2021).

TCC – FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

Curso de Engenharia Civil.

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| 1. Aproveitamento | 2. Água Pluvial |
| 3. Hotel | 4. Viabilidade Econômica |
| I. ENC/FACEG | II. Título (Série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BARBOSA, C. C. S; SILVA, R. A. da. Elaboração de um sistema de aproveitamento de água pluvial em um hotel na cidade de Jaraguá-GO. TCC, Publicação ENC. 08, Curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Goianésia (FACEG), Goianésia, GO, 97p. 2021.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Caio Cesar da Silva Barbosa; Rivan Antônio da Silva.

TÍTULO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Elaboração de um sistema de aproveitamento de água pluvial em um hotel na cidade de Jaraguá-GO.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2021

É concedida à FACEG a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Caio Cesar da Silva Barbosa

Caio Cesar da Silva Barbosa
Av. José Inácio, Qd. 40, Lt.5, nº 911
76382-331- Goianésia/GO – Brasil

Rivan Antonio da Silva

Rivan Antonio da Silva
Rua Maringá, Qd. 16, Lt. 22, nº 22
76400-000 - Uruaçu/GO - Brasil

**CAIO CESAR DA SILVA BARBOSA
RIVAN ANTONIO DA SILVA**

**ELABORAÇÃO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO
DE ÁGUA PLUVIAL EM UM HOTEL NA CIDADE DE
JARAGUÁ-GO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA FACEG COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.**

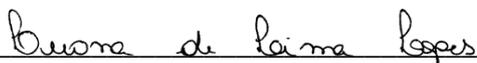
APROVADO POR:



**ROBSON DE OLIVEIRA FELIX, Mestre (FACEG)
(ORIENTADOR)**



**IVANDRO JOSÉ DE FREITAS ROCHA, Mestre (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**



**LUANA DE LIMA LOPES, Mestra (UFU)
(EXAMINADOR EXTERNO)**

DATA: GOIANÉSIA/GO, 26 de MAIO de 2021.

*Dedicamos este trabalho:
aos nossos pais;
aos nossos irmãos;
aos nossos professores;
ao nosso orientador, Robson.*

AGRADECIMENTOS

Caio Cesar da Silva Barbosa

Agradeço primeiramente a Deus por ter dado sabedoria para conseguir enfrentar todas as dificuldades encontradas durante essa caminhada.

Agradeço também aos meus pais José João e Rosimeire Maria e ao meu irmão Rafael Matias, pelo apoio durante essa jornada, e por estarem ao meu lado durante as minhas decisões.

Agradeço ao colega de trabalho, Rivan Antonio, pelo esforço e dedicação durante a elaboração deste trabalho e pela colaboração durante o período de graduação.

Aos professores do curso de engenharia civil da FACEG, por todo ensinamento e colaboração durante a faculdade.

Agradeço também ao nosso orientador Robson de Oliveira Felix, pela orientação, paciência e atenção durante a elaboração do trabalho e por todo ensinamento e conhecimento passado durante a graduação.

Rivan Antonio da Silva

Gostaria primeiro de agradecer a Deus, pois além de me proporcionar realizar um sonho de infância, me concedeu inteligência, saúde e foco durante os longos anos de dificuldades percorridos na graduação.

Agradeço ao meu pai Selon Tiago, a minha mãe Suely Candida e ao meu irmão Rivanildo Antonio, por sempre acreditar que eu venceria mais este obstáculo na minha vida.

Agradeço a minha companheira Heloyse Geralda, que sempre esteve ao meu lado, me apoiando durante todo o meu percurso acadêmico.

Agradeço a meu colega de trabalho Caio Cesar, pela colaboração mútua e o esforço em todos os nossos momentos de dificuldades, até chegarmos aqui.

Agradeço também a todos os professores que contribuíram com meu aprendizado durante toda a graduação, pois sem eles seria difícil vencer esta batalha.

E por fim sou eternamente grato pelo orientador Robson de Oliveira Felix por ter depositado toda a confiança neste projeto de conclusão de curso e também pelo apoio técnico prestado durante o desenvolvimento deste trabalho.

*“Não importa quanto a vida possa ser ruim, sempre existe algo que você pode fazer, e
triumfar.”*
Stephen Hawking

RESUMO

Considerando que de todos os recursos naturais, a água tem um grande valor econômico e social, sendo fundamental tanto para o homem quanto para o meio ambiente, entretanto, a escassez de água em algumas regiões no mundo está relacionada com o seu uso desenfreado pela indústria, agricultura, etc. Com base nestas informações, encontrar uma solução para economizar água é fundamental, tendo em vista que o aproveitamento da água pluvial é uma ferramenta de grande importância para resolver o desperdício de água potável, pois a água da chuva pode ser aplicada em alguns equipamentos hidráulicos, substituindo o uso da água potável, proporcionando economia e sustentabilidade. Este trabalho tem por objetivo elaborar um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis, analisando custos e a viabilidade de sua implantação em um hotel localizado no município de Jaraguá-GO. Para isso, foi de grande importância a utilização do *software* Netuno 4, que através da inserção de dados como precipitação diária, área de captação, coeficiente de aproveitamento, permitiu a realização de simulações para a escolha do volume ideal para o reservatório inferior, que consiga atender o hotel da forma mais econômica possível. Após a escolha do reservatório, foi realizado os cálculos e, por fim, a realização dos projetos hidráulico e de captação de água da chuva. Com o projeto completo foi feita a análise da viabilidade econômica da implantação deste sistema no hotel, realizando uma comparação entre os gastos com água fria antes e depois da instalação do sistema, sendo possível observar que em um ano o potencial de economia é de R\$ 12.501,47. Também foi realizado uma outra análise mais detalhada através da utilização do Netuno 4, e utilizando o valor orçado de R\$ 76.320,32 (Setenta e seis mil e trezentos e vinte reais e trinta e dois centavos) sendo possível chegar a um tempo de retorno do investimento, estimado em 83 meses, com uma taxa interna de retorno de 2,14% ao mês, mostrando que a instalação do sistema de aproveitamento de água no hotel é um investimento viável pensando à longo prazo.

Palavras-chave: Volume dos reservatórios; água pluvial; viabilidade econômica; sustentabilidade.

ABSTRACT

Whereas of all-natural resources, water has great economic and social value, being fundamental for both man and the environment, however, water scarcity in some regions in the world is related to its unrestrained use by industry, agriculture etc. Based on this information, finding a solution to save water is essential, considering that the use of rainwater is a tool of great importance to solve the waste of drinking water, as rainwater can be applied in some hydraulic equipment, replacing the use of drinking water, provided saving and sustainability. This work aims to develop a system for using rainwater for non-potable purposes, analyzing costs and the feasibility of implementing it in a hotel located in the municipality of Jaraguá-GO. For this, the use of the Netuno 4 software was of great importance, which through the insertion of data such as daily precipitation, catchment area, utilization coefficient, allowed simulations to be carried out to choose the ideal volume for the lower reservoir that can serve the hotel in the most economical way possible. After choosing the reservoir, calculations were carried out and finally the hydraulic and rainwater collection projects were carried out. With the complete project, an analysis was made of the economic feasibility of implementing this system in the hotel, making a comparison between the costs of cold water before and after the installation of the system, and it is possible to observe that in one year the potential savings are R\$ 12,501.47. Another more detailed analysis was also carried out using Neptune 4, and using the budgeted amount of R\$ 76,320.32 (Seventy-six thousand, three hundred and twenty reais and thirty-two cents) it was possible to reach a return time of the estimated investment of 83 months with an internal rate of return of 2.14% per month, showing that installing the water recovery system in the hotel is a viable investment considering the long term.

Keywords: Reservoir volume; rainwater; economic viability; sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da localização do Hotel Oasis.....	19
Figura 2 - Fachada do Hotel Oasis.	19
Figura 3 - Mapa do Brasil, mapa do Estado de Goiás. Em destaque o município de Jaraguá.	20
Figura 4 - Chuva mensal média na cidade de Jaraguá no ano de 2020	21
Figura 5 - Planta de cobertura	23
Figura 6 - Interface do programa Netuno 4.....	27
Figura 7 - Indicações para cálculos da área de contribuição	28
Figura 8 - Dados de precipitação anual	35
Figura 9 - Dados de precipitações mensais médias	35
Figura 10 - Esquema de divisão de áreas para dimensionamento das calhas.....	36
Figura 11 - Potencial de economia de água potável através da substituição por água pluvial	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quadro de Áreas.....	21
Tabela 2 - Características dos pavimentos do Hotel.....	22
Tabela 3 - Dados da Estação Pluviométrica	24
Tabela 4 - Estimativa de população em edifícios	25
Tabela 5 - Estimativa de consumo diário em edifícios.....	25
Tabela 6 - Coeficientes para Jaraguá-GO.....	28
Tabela 7 - Coeficientes de rugosidade.....	29
Tabela 8 - Áreas máximas drenadas por condutores verticais.....	30
Tabela 9 - Capacidade de condutores horizontais (l/min)	30
Tabela 10 - Simulação de consumo mensal e anual do Hotel Oasis	33
Tabela 11 - Áreas de captação do sistema.....	36
Tabela 12 - Percentual de consumo diário em equipamentos.....	38
Tabela 13 - Dados de entrada para o Netuno 4.....	39
Tabela 14 - Volume mensal captado e consumido	41
Tabela 15 - Consumo de água pluvial pelos pontos hidráulicos	42
Tabela 16 - Tabela de consumo, custos e economia.....	43
Tabela 17 - Dados de entrada para análise econômica.....	44
Tabela 18 - Resultados da análise no Netuno 4.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCMAC – Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva

ANA – Agência Nacional de Águas

ARCSA – *American Rainwater Catchment Systems Association*

ASA – Articulação Semiárido Brasileiro

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

IPCA – Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo

IRCSA – *International Rainwater Catchment Systems Association*

L – Litro

m – Metro

m² – Metro Quadrado

mm – Milímetro

NBR – Norma Brasileira de Regularização

n^o – Número

PVC – Policloreto de Vinila

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

VPL – Valor Presente Líquido

LISTA DE SÍMBOLOS

% – Porcentagem

R\$ – Real Cifrão

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA.....	2
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.2.1 Objetivo Geral.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos	3
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	3
2 REFERENCIAL TEÓRICO	5
2.1 APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL NO MUNDO	5
2.2 APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL NO BRASIL	6
2.3 DESPERDÍCIO DE ÁGUA NO MUNDO	7
2.4 VANTAGENS DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL	8
2.4.1 Sustentabilidade.....	8
2.4.2 Economia	9
2.5 VIABILIDADE ECONÔMICA DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA	10
2.6 COMPONENTES DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL.....	11
2.6.1 Calhas.....	11
2.6.2 Conduitos	12
2.6.3 Reservatório	12
2.7 MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DO VOLUME DO RESERVATÓRIO	13
2.7.1 Método de Rippl.....	14
2.7.2 Método da Simulação	15
2.7.3 Método Azevedo Neto.....	15
2.7.4 Método Prático Alemão.....	16
2.7.5 Método Prático Inglês.....	16
2.7.6 Método Prático Australiano.....	17
2.7.7 Utilização do Programa Netuno	18
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 OBJETO DE ESTUDO	19

3.1.1 Localização da Edificação	19
3.1.2 Clima, Vegetação e Chuva	20
3.1.3 Arquitetura da Edificação.....	21
3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS	22
3.2.1 Áreas de Cobertura	22
3.2.2 Dados Pluviométricos	24
3.2.3 Determinação do Consumo de Água.....	24
3.3 PROCEDIMENTOS DE CÁLCULOS	25
3.3.1 Demanda diária de água na edificação	25
3.3.2 Determinação dos reservatórios de água fria.....	26
3.3.3 Volume do Reservatório de Água Pluvial.....	26
3.3.4 Vazões nas calhas	27
3.3.5 Dimensionamento das Calhas	29
3.3.6 Dimensionamento dos condutores verticais e horizontais.....	29
3.3.7 Análise da viabilidade econômica.....	30
3.4 MATERIAIS UTILIZADOS.....	31
3.4.1 Quantitativo de Materiais	31
3.4.2 Orçamento de Materiais.....	31
3.5 ELABORAÇÃO DOS PROJETOS	31
3.5.1 Projeto hidráulico	31
3.5.2 Armazenamento e captação de água pluvial	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 LEVANTAMENTO DE DADOS	33
4.1.1 Consumo de Água	33
4.1.2 Dados de Precipitação	34
4.2 PROCEDIMENTOS DE CÁLCULO	36
4.2.1 Dimensionamento da calha	36
4.2.2 Dimensionamento dos condutores verticais e horizontais.....	37
4.2.3 Demanda diária de água na edificação	37

4.2.4 Demanda de água pluvial.....	38
4.2.5 Dimensionamento dos reservatórios de água fria.....	38
4.2.6 Dimensionamento do reservatório de água pluvial	39
4.2.7 Análise da captação e consumo de água pluvial.....	41
4.2.8 Orçamento dos materiais	43
4.2.9 Análise da viabilidade econômica.....	43
4.3 APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS	45
4.3.1 Projeto hidráulico	45
4.3.2 Projeto de captação e armazenamento de água pluvial	45
5 CONCLUSÕES.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	47
ANEXO A – PROJETO ARQUITETÔNICO DO HOTEL.....	55
ANEXO B – RESULTADOS GERADOS PELO NETUNO 4.....	57
APÊNDICE A – PROJETO HIDRÁULICO	58
APÊNDICE B - PROJETO DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO.....	68
APÊNDICE C – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA	73

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o mundo vem enfrentando sérios problemas relacionados a escassez de água, fato que vem preocupando bastante a sociedade em geral. De todos os recursos naturais existentes, a água sem dúvidas está entre os mais utilizados, isso devido a sua ampla importância em todos os aspectos, sendo essencial nas indústrias, agricultura, alimentação e principalmente para o consumo humano (MARINOSKI, 2007).

Embora seja nosso bem mais precioso, conforme Baker; Aldridge e Omer (2016), somente cerca de 0,5% de toda a água doce do mundo está à disposição para o consumo humano, com isso, vivemos em um mundo que ainda sente sede. A escassez de água está relacionada principalmente ao uso desenfreado e às mudanças climáticas, que ocasionam as secas de rios e nascentes. Tal problema segundo a ANA (2019), afeta cerca de 40% da população mundial, e caso persista, existe grandes chances de ocorrer conflitos futuros entre pessoas, comunidades e países.

O constante avanço tecnológico e as atuais mudanças de hábitos, também são fatores que resultam em um aumento no consumo de água por parte da população. A utilização de aparelhos como máquinas de lavar roupas, chuveiros, piscinas, além da necessidade de banhos constantes e higiene pessoal, que praticamente não existiam no passado, acabam contribuindo para a evolução do problema (CAMPOS, 2004).

Com aumento da população mundial e o crescente avanço da agricultura, faz com que o consumo de água potável para sustentar este sistema seja cada vez maior, e como resultado, os países subdesenvolvidos, principalmente as regiões mais pobres, acabam sofrendo com a falta de água para consumo e higienização própria. Mesmo o volume de água doce presente no planeta ser muito maior do que o consumo atual, sua distribuição acaba sendo realizada de forma muito desigual (RAZZOLINI; GÜNTHER, 2008).

Segundo Costa (2010), a água tem um grande valor econômico e social, que é fundamental para atender o homem e o meio ambiente, desta forma, se preocupar com este assunto é essencial para todos, tendo em vista que criar uma solução eficiente e econômica é capaz de reduzir os problemas que afetam a água como contaminação dos rios e o desperdício descontrolado de água.

Com a necessidade de novas opções para economizar água, uma alternativa bastante eficiente e que proporciona água sem nenhum custo durante quase todo o ano, é o aproveitamento da água da chuva, que pode ser uma ferramenta muito importante para resolver o desperdício. A utilização da água da chuva proporciona não só uma maior oferta de água para

as edificações, mas também ajuda a reduzir o número de enchentes, funcionando como uma alternativa para o melhoramento dos sistemas de drenagem (REZENDE; TECEDOR, 2017).

O aproveitamento de água pluvial é um sistema de bastante eficiência, além de proporcionar economia e sustentabilidade, em algumas regiões do mundo serve como única fonte de fornecimento de água doce para consumo próprio. No Brasil isso não é diferente, na região do nordeste, onde a seca é muito severa e a chuva é pouca, faz com que muitas famílias carentes utilizem de cisternas para coletar a água da chuva para consumo humano, animal e para a produção agrícola, a partir do “Programa Cisternas” o que é viável, desde que sejam seguidos os critérios do artigo 11 da Lei nº 12.873/2013 (BRASIL, 2013).

No Brasil, existem estudos onde mostram a possibilidade de se realizar o aproveitamento da água da chuva de forma eficiente em hotéis, escolas e indústrias, proporcionando uma redução nas contas de água. A partir destas informações podemos entender que um hotel tem um grande potencial para receber um estudo de aproveitamento da água da chuva com o intuito de reduzir a utilização da água potável em máquinas de lavar roupas, lavagem de calçadas, vasos sanitários, tanques de lavar roupas e irrigação de plantas. Desta forma será possível entender de forma geral como funciona este sistema e como ele pode proporcionar um custo benefício ao usuário.

1.1 JUSTIFICATIVA

A constante preocupação com os efeitos ambientais, que pode ocorrer com a escassez de água pelo seu uso desenfreado, faz com que o mundo acadêmico, principalmente a área da Engenharia Civil, tenha um grande interesse em estudar e buscar soluções como forma de prevenir e conscientizar o consumo eficiente dos recursos hídricos.

O estudo que direciona ao aproveitamento da água da chuva pode proporcionar inúmeros benefícios, principalmente no contexto de sustentabilidade, tem-se como exemplo as grandes indústrias, comércios, hotéis, hospitais e escolas que utilizam de um grande volume de água diariamente, tendo em vista, que se instalado um sistema eficiente de captação de água da chuva, que possa ser empregado em alguns serviços como lavagem de carros, roupas, calçadas, irrigação de jardins, e na utilização em vasos sanitários, pode proporcionar uma redução considerável nos gastos com água. Segundo Fernandes, Neto e Mattos (2007), realizar a captação da água da chuva é sinalizar para o uso consciente da água e diminuir o impacto que as precipitações pluviais podem causar às cidades.

Na área econômica, a realização da captação da água da chuva é um investimento em longo prazo, porém quando se trata de consumo de água, este sistema pode oferecer uma redução bastante razoável nas contas de água, nas estações das chuvas. Basta ver, que além de proporcionar economia nas contas, garante uma grande valorização do imóvel.

Desta forma, buscar pela captação e o aproveitamento da água da chuva pode possibilitar uma solução ambiental e econômica. Haja vista, que a partir desta ideia central, pode-se criar um sistema eficiente de grande importância na área da Engenharia Civil, tornando-se assim um assunto fundamental e de bastante discussão neste trabalho acadêmico.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem por objetivo elaborar um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis, analisando os custos e a viabilidade de sua implantação em um hotel localizado no município de Jaraguá-GO.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver o projeto de um sistema de aproveitamento de água pluvial em um hotel;
- Demonstrar as vantagens no uso da água da chuva para fins não potáveis em uma edificação;
- Realizar o orçamento dos insumos necessários para a elaboração do sistema;
- Analisar a viabilidade econômica da implantação do sistema.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em cinco capítulos. No capítulo 1 apresentamos uma introdução ao tema estudado, incluindo a justificativa pelo qual escolhemos este tema, e os objetivos que procuramos alcançar com este estudo. No capítulo 2, mostramos a revisão bibliográfica apresentando alguns estudos importantes acerca do aproveitamento de água pluvial. No capítulo 3, demonstramos as etapas e a metodologia utilizada na sequência de cálculos e elaboração do projeto. No capítulo 4, apresentamos os resultados obtidos nos cálculos das diversas etapas da elaboração do sistema, a viabilidade da implantação deste sistema no

hotel e apresentamos o projeto finalizado. E por fim, no capítulo 5, estão demonstradas as conclusões que obtivemos através dos resultados apresentados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL NO MUNDO

O aproveitamento da água pluvial é de grande importância em todo o mundo, e sua utilização é tão antiga que existe relato de sua aplicação desde antes do nascimento de Cristo, onde, nas escritas esculpidas na Pedra Moabita falava que o rei Mesha sugeria que fosse construído reservatórios em cada casa para o aproveitamento da água da chuva (TOMAZ, 2010).

Em Iucatã, no México, existem reservatórios de armazenamento de água da chuva, com idade de antes da chegada de Cristóvão Colombo, já em Roma foram encontrados reservatórios subterrâneos, onde sua entrada era realizada pela sua parte superior (TOMAZ, 2010).

Atualmente nos Estados Unidos existem aproximadamente 200 mil reservatórios de captação de água da chuva e no estado da Califórnia são disponibilizados financiamentos de incentivo a construção de reservatórios para a captação da água da chuva. Na Alemanha o aproveitamento da água da chuva é utilizado principalmente na irrigação de jardins, máquinas de lavar roupas e vasos sanitários (TOMAZ, 2010).

Um dos grandes benefícios de se realizar a captação da água da chuva é seu custo baixo, bem menor que investimento aplicado em infraestrutura. Com base nesta ideia, país como o Quênia, na África, se investir aproximadamente de 30 a 70 dólares, é possível construir um tanque de armazenamento de água da chuva com capacidade de 1 mil litros de água (CABRAL, 2006).

A captação da água pluvial em todo mundo, além de resolver problemas de escassez, proporciona economia nas contas de água e é uma ótima solução ambiental. Nos dias de hoje, o Japão é um dos países que mais utilizam sistemas de aproveitamento de água pluvial, e ainda realizam pesquisas de conhecimento nesta área (CARVALHO, 2010).

Não só o Japão, alguns outros países como Alemanha, China, Austrália e Estados Unidos, também estão tendo compromisso com o aproveitamento da água da chuva, através da realização de estudos e tecnologias que proporcionam o uso seguro da água pluvial, uma fonte alternativa de água (ANNECCHINI, 2005).

Além dos países, existem instituições internacionais e nacionais como a *International Rainwater Catchment Systems Association* (IRCSA), a *American Rainwater Catchment Systems Association* (ARCSA) e a Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva (ABCMAC), que se preocupam com o uso desordenado da água potável no mundo. A

partir disso, realizam congressos onde são apresentados estudos que tem como foco principal aproveitamento da água da chuva, uma fonte de água doce de grande valor (ANNECCHINI, 2005).

2.2 APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL NO BRASIL

Mesmo com a maior quantidade de água doce do mundo, aproximadamente 12% (ANA, 2020), o Brasil contém regiões semiáridas com escassez de recursos hídricos. Contudo, economizar água potável é de grande importância nestas localidades. O aproveitamento da água pluvial foi uma solução encontrada pelo governo federal com o “Programa Cisternas” seguindo os critérios do artigo 11 da Lei nº 12.873/2013 (BRASIL, 2013), onde, desde 2013 já realizaram a construção de mais de 1 milhão de cisternas com uma captação de armazenamento total de 20,1 bilhão de litros de água da chuva com o objetivo de solucionar e combater a pobreza, e proporcionar a inclusão social e inclusão produtiva rural (ASA, 2016).

Estados como Amazonas e Pará, mesmo sendo privilegiados com os maiores rios do mundo, obteve a partir do “Programa Água para Todos” criado pelo governo federal através do Decreto nº7.535/2011 (BRASIL, 2011), recursos para a aquisição de cisternas de captação da água da chuva, para que os ribeirinhos da região tenham acesso à água (VELOZO; MENDES, 2013).

Segundo estudos realizados por Silva e Borja (2017), propôs que 60 legislações apresentam diretrizes que falam sobre o aproveitamento da água da chuva. No Brasil, o Projeto de Lei do Senado nº 324/2015 (BRASIL, 2015) em discussão, propõem a obrigatoriedade de incluir no projeto técnico da obra, item referente à captação da água da chuva bem como a sua utilização para fins não potáveis, nas novas construções comerciais, residências e industriais público ou privado. Já em Goiás, a Lei nº 17.128/2010 (GOIÁS, 2010), recomenda a determinação da instalação de equipamentos para o aproveitamento da água pluvial por meio de reservatórios em locais como postos de combustíveis, lava-jatos, e demais estabelecimentos que realizam a lavagem de veículos.

Não deixando de mencionar, o aproveitamento da água da chuva no Brasil é regulamentado pela NBR 15.527 (ABNT, 2007) que é uma normativa que estabelece requisitos indispensáveis para o uso correto da água pluvial para fins não potáveis.

Desta forma com base em todos os critérios normativos e legislativos, o aproveitamento da água pluvial, sem dúvida, é um sistema, quando realizado de forma eficiente, além de promover o combate à pobreza, possibilita economizar e reduzir o uso exagerado da água

potável, proporcionando uma eficiente solução ambiental. Com isso, a Lei nº 9.433/97 (BRASIL, 1997) denominado “Lei das Águas” teve em seus objetivos no artigo 2º a inclusão do inciso IV a partir da Lei 13.501/2017 (BRASIL, 2017), onde o novo texto mostra que se deve incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de água pluvial (ANA, 2017).

2.3 DESPERDÍCIO DE ÁGUA NO MUNDO

O desperdício de água vem se mostrando um dos principais fatores responsáveis pela intensificação do problema de escassez de água no mundo. Quando se analisa a disponibilidade média, pode-se ter a equivocada conclusão de que existe água suficiente no mundo para uso em elevada quantidade (COSTA; OHNUMA JUNIOR; SOUSA, 2016).

Neste contexto, grande parte da população se baseia na ideia de que a água é um recurso natural infinito, e com isso ainda é comum ver pessoas consumindo de forma inconsciente, lavando calçadas frequentemente, escovando os dentes com a torneira aberta, dentre outras ações que poderiam ser facilmente evitadas (VIOLA, 2009). Para Gonçalves et al. (2005), esse uso descontrolado ocorre principalmente em edificações públicas, local onde o usuário não está diretamente ligado com a parte financeira.

De toda a água potável distribuída no Brasil, cerca de 50% é destinada à agricultura, 24% para fins residenciais, 10% para atividades industriais, enquanto os outros 16% é destinada para as demais atividades, porém 40% de toda essa água é desperdiçada (ANA, 2019).

Nas residências, apesar de possuir um consumo menor quando comparado com a agricultura, também necessita de atenção, visto que o combate ao desperdício seria feito de forma mais simplificada. Em uma análise mais detalhada é possível perceber que cerca de um terço da água gasta com atividades domésticas é referente às descargas (CHAVES NETO, 2008). Com isso deve-se ter uma atenção mais centralizada em vasos sanitários, uma vez que pode ser o grande responsável pelos desperdícios nas residências.

Já os usos industriais consomem uma grande parcela de toda a água potável distribuída. Para Santos, Estender e Messias (2018), a reutilização da água por parte das indústrias é indispensável quando se trata do controle de desperdícios e redução do consumo. Como forma de combate, algumas regiões estabelecem um custo maior para a água destinada às indústrias, fazendo com que as próprias empresas avaliem internamente as possibilidades de economia e reuso de água (HESPANHOL, 2002).

Entretanto, a maior preocupação fica por conta da agricultura, que demanda de um elevado volume de água para se sustentar e conseqüentemente grande parte dessa água acaba não sendo utilizada da maneira adequada, fazendo deste, o setor com maior desperdício em todo o mundo (FAGGION; OLIVEIRA; CHRISTOFIDIS, 2009). Todo esse desperdício é causado pelo uso de água em períodos de maior evaporação do dia, ou em horários de menor necessidade das plantas (CHAVES NETO, 2008). Tal problema, segundo Coelho; Filho e Oliveira (2005), sofrerá uma redução nos próximos anos com a implantação de novas tecnologias que trará uma maior eficiência na gestão de água voltada para a irrigação.

Apesar de não ter uma atenção voltada ao setor, a construção civil envolve um valor significativo de desperdício de água. Os métodos de construções atuais se utilizam de uma quantidade de água muito superior ao necessário, porém não se trata de mau uso do usuário, e sim da falta de tecnologias que possam auxiliar na gestão deste recurso (CBIC, 2017).

Porém, não podemos destinar toda essa culpa ao consumidor, mas devemos pensar também no seu percurso até o seu destino final. Uma grande parte dessa água se perde durante o trajeto, através de tubulações furadas, encanações mal feitas e pela demora em reparos dos sistemas de distribuição (PINTO; BEZERRA, 2017).

A importância da água para a sobrevivência humana é de conhecimento geral, porém nem todos estão dispostos a mudanças de hábitos e restrições de uso para a diminuição dos desperdícios (LEME, 2010). O uso consciente da água deve ser da percepção de todos, e feita de maneira pensada para que as gerações futuras possam usufruir deste bem sem nenhum comprometimento (SANTOS; ESTENDER; MESSIAS, 2016).

2.4 VANTAGENS DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

2.4.1 Sustentabilidade

A escassez de recursos hídricos é um assunto problemático bastante comentado não só no Brasil mais em todo mundo, e a sustentabilidade é uma solução que vem ganhando espaço, pois aborda uma maneira correta de como agir a favor da natureza. Com base nisso, a área da engenharia vem realizando pesquisas e criando tecnologias sustentáveis contra a escassez de água, e o sistema de aproveitamento de água pluvial pode ser uma ferramenta bastante viável para solucionar este problema. No entanto, atualmente no Brasil encontramos algumas dificuldades no uso da água pluvial, pois a norma vigente encara a água da chuva como água

de esgoto pelo simples fato desta água que cai nos telhados e nos pisos, ser direcionado para as bocas de lobo (CETESB, 2020).

Realizar um sistema de aproveitamento de água de chuva tem como objetivo diminuir o desperdício e as despesas com água potável, entretanto, também tem como meta conservar os recursos hídricos, um dos bens mais preciosos que vem se tornando cada vez mais escasso em todo o mundo, além de resolver problemas de enchentes nas grandes cidades, armazenando parte desta água da chuva, que seria descartada na rede de drenagem pluvial (SEBRAE, 2020).

Quando realizado o armazenamento da água da chuva, a partir de um sistema eficiente de aproveitamento de água pluvial, seu uso pode ser aplicado para diversas finalidades, como, descargas de vaso sanitário, irrigação de jardins, lavagem de carros, uso agrícola, dentre outros fins. Em razão disso, como forma sustentável, o aproveitamento da água da chuva possibilita a diminuição no uso de águas de subsolo, conservando o meio ambiente e impedindo o assoreamento dos rios (MACHADO; VESTENA; FOLMER, 2016).

O Brasil, carece e muito de políticas públicas que possa possibilitar o uso sustentável da água da chuva, onde por meio de leis poderiam garantir a conservação dos recursos hídricos no país. Com base nesta preocupação o Projeto de Lei Nº 7.818, de 2014, ainda está em discussão na câmara dos deputados, tendo em vista, que se esta lei fosse aprovada, decretaria normas e incentivos financeiros para a captação, o armazenamento e o aproveitamento da água pluvial (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2014).

2.4.2 Economia

Em um sistema de aproveitamento de água pluvial eficiente, um dos seus melhores benefícios é a economia. E segundo Tomaz (2010), com a aplicação de um sistema de captação de água da chuva, a economia na utilização de água pública pode chegar a 30%.

O aproveitamento da água pluvial pode proporcionar tanta economia, que um sistema de captação de água da chuva desenvolvido pelo professor Eduardo Simões da USP, através da combinação de um projeto de iniciação científica realizado por mais de 10 alunos da universidade, foi instalado em sua residência. O sistema foi aplicado para ser utilizado em banheiros e na irrigação de jardins, tendo em vista que este projeto proposto trouxe um benefício em economia de R\$ 300 no período de inverno e R\$ 120 no período de verão (BERNARDES, 2017).

Segundo Ferreira (2005), existe um alto índice no uso exagerado de água potável em equipamentos, como vasos sanitários, máquinas de lavar roupas, tanques de lavar roupas, dentre

outros, que pode ser facilmente substituído pela água pluvial, tendo em vista, que com base nesta mudança, pode-se realizar uma redução economicamente razoável em água tratada, além de resolver problemas futuros com falta de água nas cidades.

Com base em todos os benefícios que o uso da água da chuva pode proporcionar, a economia, sem dúvida, é o mais argumentado pelos seus usuários. Com base nisso, este sistema de reuso da água pluvial vem sendo bastante utilizados por indústrias, postos de gasolina e escolas, locais estes, que exige um elevado consumo de água e a partir deste sistema implantado usando a água da chuva, estão economizando água tratada e evitando o desperdício exagerado (GIACCHINI; FILHO, 2006).

Deste modo, segundo Santos et al. (2010), efetuar um projeto de aproveitamento de água, além de ser viável, proporciona vantagens econômicas e ambientais, evitando o desperdício de água potável, ao qual será usado apenas para consumo humano. Entretanto, para que seja realizado um sistema de aproveitamento de água pluvial eficiente, devem seguir diretrizes estipuladas pela NBR 10.844 (ABNT, 1989) e NBR 15.527 (ABNT, 2007), onde com base nestes critérios, além de garantir vários benefícios com a instalação do sistema, assegura principalmente economia.

2.5 VIABILIDADE ECONÔMICA DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA

Quando se trata de sistemas de aproveitamento de água pluvial é indispensável um estudo sobre a sua viabilidade econômica, uma vez que este é um dos fatores mais relevantes quando se analisa a possibilidade de sua implantação. O estudo sobre o aspecto financeiro é de grande importância, servindo como incentivo para cada vez mais pessoas adotarem o sistema (SAMPAIO, 2013).

Para uma boa análise da viabilidade de um sistema de aproveitamento de água pluvial, é necessário levar em conta os custos iniciais de construção, como os gastos com reservatório de armazenamento, conjunto motobombas e mão de obra, e também os custos de operação e manutenção do sistema, como a energia consumida e os gastos com desinfecção e limpeza da água armazenada (MORAIS, 2017).

Com isso, é de grande importância a utilização de métodos de análise econômica, tais como Valor Presente Líquido (VPL) e Período de Retorno do Investimento (*Payback*). A aplicação desses métodos busca garantir um sistema que funcione de forma eficiente e otimizado (OLIVEIRA, 2005).

O Valor Presente Líquido (VPL) é um dos métodos mais utilizados para análises da viabilidade econômica de um projeto. Este método leva em consideração todas as entradas e saídas de caixa envolvidas no investimento inicial (LEMES; RIGO; CHEROBIM, 2002). Com a utilização do VPL é possível estipular em quantos anos os investimentos trarão um retorno financeiro (ALICE, 2014).

Já o Período de Retorno do Investimento (*Payback*) calcula o período de tempo no qual a soma dos custos do investimento se iguala aos benefícios econômicos. Entretanto, este método não considera os fluxos de caixa após o período de *Payback*, o que dificulta uma análise comparativa com outros métodos a longo prazo (OLIVEIRA, 2005).

O estudo da viabilidade econômica através destes métodos pode ser de grande relevância, já que por falta de uma análise detalhada a médio e longo prazo, muitas pessoas tendem a pensar que a utilização da água da chuva tem custo mais elevado em relação a água potável (SAMPAIO, 2013).

2.6 COMPONENTES DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

2.6.1 Calhas

As calhas nos telhados têm um papel fundamental para o bom desempenho e durabilidade de uma edificação, evitando principalmente problemas decorrentes da infiltração devido à água da chuva. Segundo Favaro (2017), define este material como um conduto horizontal com a sua superfície superior aberta, tem como finalidade receber toda a água da chuva acumulada nos telhados e realizar seu direcionamento até um conduto vertical e posteriormente para um caixa de drenagem da edificação.

A instalação de uma calha pode ser realizada em algumas partes da construção como emendas de telhados, beirais, cochos no final do telhado, dentre outros. Entretanto, o tipo de calha a ser determinado depende de algumas características, como tipo de telhado, inclinação e espaço para a captação da água da chuva (FAVARO, 2017).

Por ser um material fundamental na captação da água da chuva, as calhas podem ser tanto de material de PVC, metálico ou de concreto, e sua seção pode ser do tipo quadrada, retangular, semicircular, V (água furtada), dentre outros. Contudo, uma boa calha tem que proporcionar resistência à corrosão e mudança de temperaturas, boa durabilidade, além de ser um material leve de superfície lisa (FAVARO, 2017).

Para a confecção das calhas, em uma edificação, é necessário primeiro realizar seu dimensionamento, com isso devem seguir todos os critérios estipulados pela norma brasileira de regularização NBR 10.844 (ABNT, 1989), garantindo uma melhor economia e eficiência do material.

Um critério que não pode ser dispensado durante a instalação das calhas é sua inclinação, onde segundo a NBR 10.844 (ABNT, 1989), estipula que para calhas do tipo beiral e platibanda deve-se atender uma inclinação mínima de 0,5%, e para as calhas do tipo água furtada sua inclinação é determinada em projeto de cobertura.

2.6.2 Condutos

Na captação da água pluvial existem dois tipos de condutores, tais eles como condutores verticais e horizontais, entretanto, uma vez que estes condutores são aplicados, eles não podem receber em hipótese alguma, fluidos vindos do esgoto sanitário (MARQUES, 2017).

Os condutores verticais possuem a finalidade de captar a água pluvial das calhas e direcioná-la para os condutores horizontais. Para determinação deste condutor, devem seguir critérios estipulados na NBR 10.844 (ABNT, 1989), onde, quanto ao seu material, determina-se do tipo ferro fundido, fibrocimento, PVC rígido, aço galvanizado, cobre, chapa de aço galvanizado, folhas de flandres, chapas de cobre, aço inoxidável, alumínio e fibra de vidro. Quanto ao diâmetro mínimo, a norma determina uma seção de 75 mm e em relação a não prumada do condutor, é necessário usar curvas de 45 e 90° e peças de inspeção.

Os condutores horizontais possuem a função de receber a água pluvial dos condutores verticais e direcioná-la até o reservatório, este condutor pode ser do tipo aparente ou enterrado. A determinação deste condutor deve seguir critérios da NBR 10.844 (ABNT, 1989), na qual seu material pode ser do tipo ferro fundido, fibrocimento, PVC rígido, aço galvanizado, cerâmica vidrada, concreto, cobre, canais de concreto e alvenaria. Em relação aos seus dimensionamentos, adota-se uma inclinação uniforme mínima de 0,5%, e no que se refere a tubos circulares, o tubo determinado nos cálculos deve atender uma lâmina de água com altura igual a 2/3 do diâmetro interno.

2.6.3 Reservatório

Reservatório tem como finalidade receber e armazenar água potável, água pluvial e água de reuso. Os reservatórios podem ser do tipo enterrado ou elevado, e seu material pode ser

composto por alvenaria, concreto armado, fibras, polietileno, metálico, dentre outros (TOMAZ, 2010).

Um bom reservatório tem que possibilitar o acesso para que possa ser possível realizar sua inspeção e limpeza, evitando assim a contaminação da água presente neste local. Outro fator que também pode evitar a contaminação da água é construir o reservatório no mínimo a 15 metros de distância de fossas, depósitos de lixos, dentre outros (SILVA et al., 1998).

O reservatório tem um papel fundamental para o aproveitamento de água pluvial, pois serve como local de armazenamento da água da chuva. Entretanto, para a realização do seu dimensionamento devem seguir alguns critérios fundamentais como conhecimento da área de captação, dados pluviométricos da região, coeficiente de aproveitamento de água pluvial e o volume de água potável a ser substituído pela água pluvial no local que será instalado o sistema (AMORIM; PEREIRA, 2008).

Para a execução de um reservatório é necessário realizar um dimensionamento que possa garantir a demanda necessária para atender uma edificação. E a NBR 15.527 (ABNT, 2007), em seu anexo A, estipula os principais métodos de cálculos, tais como método de Rippl, método da simulação, método Azevedo Neto, método prático alemão, método prático inglês e método prático australiano.

2.7 MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DO VOLUME DO RESERVATÓRIO

O reservatório é a etapa de um sistema de aproveitamento de água pluvial que exige maior investimento financeiro, com isso o dimensionamento correto é muito importante e influencia diretamente no valor final de sua implantação. O dimensionamento pode ser feito de diferentes maneiras e ter resultados variados em cada região devido às variações pluviométricas (AMORIM; PEREIRA, 2008).

Diversos métodos podem ser utilizados para a determinação do volume do reservatório, sendo que a maioria utiliza o mesmo princípio para a realização dos cálculos, se baseando no histórico de chuva do local, na demanda a ser atendida na edificação, dentre outros (ANNECCHINI, 2005). Estes métodos objetivam o armazenamento de uma quantidade elevada de água, se preocupando com a regularização da vazão durante todo o ano, levando em conta o período de seca (MIERZWA et al., 2007).

A NBR 15.527 (ABNT, 2007), estabelece seis métodos para o dimensionamento do reservatório. Ao realizar a comparação entre eles é possível observar elevadas dispersões de

resultados. Essas dispersões ocorrem pelo fato de alguns dos métodos utilizarem a distribuição pluviométrica mensal e a demanda atual da edificação como base para os cálculos, enquanto outros são realizados de forma mais simples, considerando apenas as áreas de captação e a média de precipitação ao longo do ano (LOPES; JÚNIOR; MIRANDA, 2015).

2.7.1 Método de Rippl

O Método de Rippl, também conhecido como Método do Diagrama de Massas é um dos mais utilizados para o dimensionamento de reservatórios de águas pluviais. Inicialmente, foi desenvolvido para ser utilizado em projetos que demandavam de um grande volume, o que acarretaria em um superdimensionamento do reservatório (SACADURA, 2011).

A utilização do Método Rippl, se baseia nas áreas de captação e em dados pluviométricos, levando em conta que nem toda a precipitação será armazenada, e considerando o consumo mensal da edificação (AMORIM; PEREIRA, 2008). Uma das vantagens do método é a capacidade da solução de problemas de dimensionamento, tanto em circunstâncias onde a demanda da edificação é constante, como em situações onde a demanda é variável (CAMPOS, 2004).

Segundo a NBR 15.527 (ABNT, 2007), o dimensionamento pelo Método de Rippl pode ser realizado conforme as seguintes Equações:

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)} \quad (1)$$

$$Q_{(t)} = C \times P_{(t)} \times A \quad (2)$$

$$V = \sum S_{(t)}, \text{ para valores de } S_{(t)} > 0 \quad (3)$$

Onde:

$S_{(t)}$: Volume de água no reservatório no tempo t (L);

$Q_{(t)}$: Volume de chuva aproveitável no tempo t (L);

$D_{(t)}$: Consumo no tempo t (L);

V: Volume do reservatório (L);

C: Coeficiente de escoamento superficial;

$P_{(t)}$: Precipitação (mm);

A: Área de captação (m²).

2.7.2 Método da Simulação

Nesse método, utiliza-se os dados pluviométricos para a realização de uma simulação do comportamento da água armazenada no reservatório, a partir de um volume predefinido de acordo com a demanda da edificação (REZENDE; TECEDOR, 2017).

Para a realização da análise, considera-se que o reservatório esteja com seu volume completo ao início da simulação, e a partir daí é realizada a subtração da quantidade de água consumida e a soma da quantidade de água captada ao longo do primeiro mês analisado. A partir do segundo mês o volume inicial a ser considerado é o resultante do balanço calculado no mês anterior, e assim sucessivamente até o fim da série analisada (BRANDÃO; MARCON, 2018).

De acordo com a NBR 15.527 (ABNT, 2007), o método da simulação não considera a evaporação da água, e o cálculo pode ser realizado a partir da Equação 4:

$$S_{(t)} = Q_{(t)} + S_{(t-1)} - D_{(t)} \quad (4)$$

Sabendo que $Q_{(t)}$ pode ser calculado através da Equação 2, e o valor de $S_{(t)}$ deve ser maior ou igual a zero e menor ou igual ao volume do reservatório fixado.

Onde:

$S_{(t)}$: Volume de água no reservatório no tempo t (L);

$S_{(t-1)}$: Volume de água no reservatório no tempo t (L);

$Q_{(t)}$: Volume de chuva no tempo t (L);

$D_{(t)}$: Demanda ou consumo no tempo t (L).

2.7.3 Método Azevedo Neto

O método Azevedo Neto, também conhecido como método prático brasileiro, é aplicado através da utilização das médias anuais de precipitação, as áreas de captação, o número de meses com chuva e um coeficiente 0,042 como descrito na NBR 15.527 (ABNT, 2007), e pode ser calculado pela Equação 5:

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad (5)$$

Onde:

P: Volume da precipitação média anual (mm);

T: Quantidade de meses com pouca chuva;

A: Área de captação (m²);

V: Volume de água aproveitável e volume de água do reservatório (L).

2.7.4 Método Prático Alemão

O volume do reservatório calculado pelo método Prático Alemão, resulta em valores próximos aos que podem ser descritos como economicamente viável (SACADURA, 2011). Trata-se de um método empírico, com isso a eficiência do sistema não é levada em consideração (LOPES; JÚNIOR; MIRANDA, 2015).

No método Prático Alemão, de acordo com a NBR 15.527 (ABNT, 2007), o volume do reservatório de água pluvial pode ser calculado de forma simples, sendo 6% do menor valor obtido entre o volume de água pluvial aproveitável anual e a demanda de água pluvial anual. O método pode ser descrito através da seguinte equação:

$$V_{adot} = \text{mínimo} (V; D) \times 0,06 \quad (6)$$

Onde:

V: Volume aproveitável de água de chuva anual (L);

D: Demanda anual de água não potável (L);

$V_{adotado}$: Volume de água do reservatório (L).

2.7.5 Método Prático Inglês

Segundo a NBR 15527 (ABNT, 2007), o dimensionamento do reservatório a partir do método Prático Inglês é dado como 5% da multiplicação da média de precipitação anual pela área de captação, como mostrado na Equação 7:

$$V = 0,05 \times P \times A \quad (7)$$

Onde:

P: Volume da precipitação média anual (mm);

A: Área de captação (m²);

V: Volume de água aproveitável e volume de água do reservatório (L).

2.7.6 Método Prático Australiano

Para a determinação do volume do reservatório pelo método australiano, deve-se fixar um volume inicial para o reservatório, e posteriormente realizar diversas tentativas até que se obtenha valores aceitáveis e de confiança (BRANDÃO; MARCON, 2018).

Caso o reservatório dimensionado seja a única fonte de abastecimento da edificação, será necessário a realização do cálculo da capacidade necessária para que o volume de água armazenado consiga atender a demanda durante todo o ano, levando em conta os períodos de pouca precipitação (SAMPAIO, 2013).

Segundo a NBR 15.527 (ABNT, 2007), inicialmente é necessário determinar o volume de chuva mensal através das Equações 8 e 9:

$$Q = A \times C \times (P - I) \quad (8)$$

$$V_{(t)} = V_{(t-1)} + Q_{(t)} - D_{(t)} \quad (9)$$

Onde:

C: Coeficiente de escoamento superficial;

P: Precipitação média anual (mm);

I: Interceptação de água que molha as superfícies e perda por evaporação (mm);

A: Área de captação (m²);

Q: Volume produzido pela chuva (L);

V_(t) : Volume de água no reservatório no fim do mês t (L);

V_(t-1): Volume de água no reservatório no início do mês t (L);

Q_(t) : Volume de chuva no mês t (L);

D_(t): Demanda no mês t (L).

A norma ainda acrescenta que, caso o valor resultante de $V_{(t-1)} + Q_{(t)} - D_{(t)}$ seja menor que zero, deve-se considerar um valor de V_(t) igual a zero, e será necessário a realização do cálculo de análise da confiança, realizado pelas Equações 10 e 11:

$$P_r = N_r/N \quad (10)$$

$$\text{Confiança} = (1 - P_r) \quad (11)$$

Onde:

P_r : Falha;

N_r : quantidade de meses em que a demanda não foi atendida;

N : quantidade de meses analisados.

A recomendação da NBR 15.527 (ABNT, 2007) é que os valores de confiança estejam entre 90% e 99%.

2.7.7 Utilização do Programa Netuno

O Netuno é uma ferramenta computacional frequentemente usada para a realização de cálculos complexos relacionados a sistemas de captação de águas pluviais. O programa foi desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética da Universidade Federal de Santa Catarina no ano de 2004 (AMORIM; PEREIRA, 2008).

Para a realização dos cálculos devem ser fornecidos dados pluviométricos diários e mensais para que a análise do sistema de captação de águas pluviais seja realizada de forma mais simples. Através de simulações, o programa fornece um percentual da quantidade de água potável economizada através da substituição por água da chuva, para tarefas onde não há a necessidade de utilização de água tratada (GHISI; CORDOVA, 2014).

Com isso, é possível determinar o volume do reservatório que atenda à demanda da edificação com maior economia de água potável e o menor custo possível (OLIVEIRA, 2005).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 OBJETO DE ESTUDO

3.1.1 Localização da Edificação

A edificação em estudo é um hotel denominado Hotel Oasis, localizado na Av. Cristóvão Colombo de Freitas, Vila Dona Izabel, próximo ao trevo norte que liga a BR-153 (Belém-Brasília) e a GO-080, conforme as Figuras 1 e 2. O mesmo hotel está inserido no município de Jaraguá, região do Vale do São Patrício, Goiás, Brasil, conforme a Figura 3.

Figura 1 - Mapa da localização do Hotel Oasis.



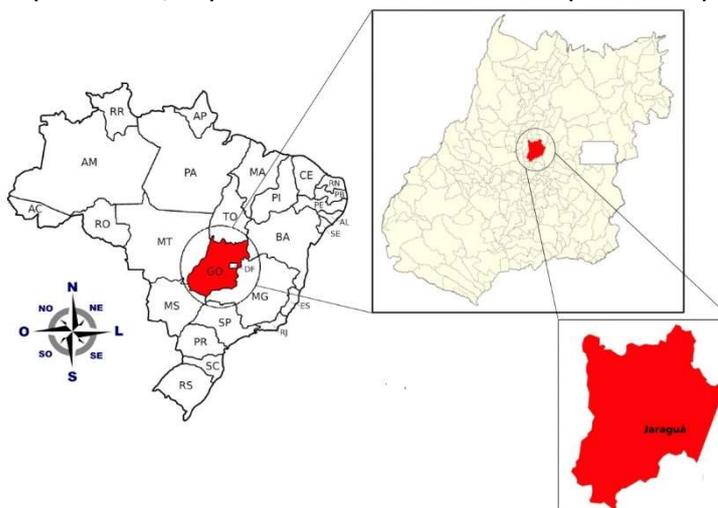
Fonte: *Google Earth*, 2020.

Figura 2 - Fachada do Hotel Oasis.



Fonte: *Google Maps*, 2020.

Figura 3 - Mapa do Brasil, mapa do Estado de Goiás. Em destaque o município de Jaraguá.



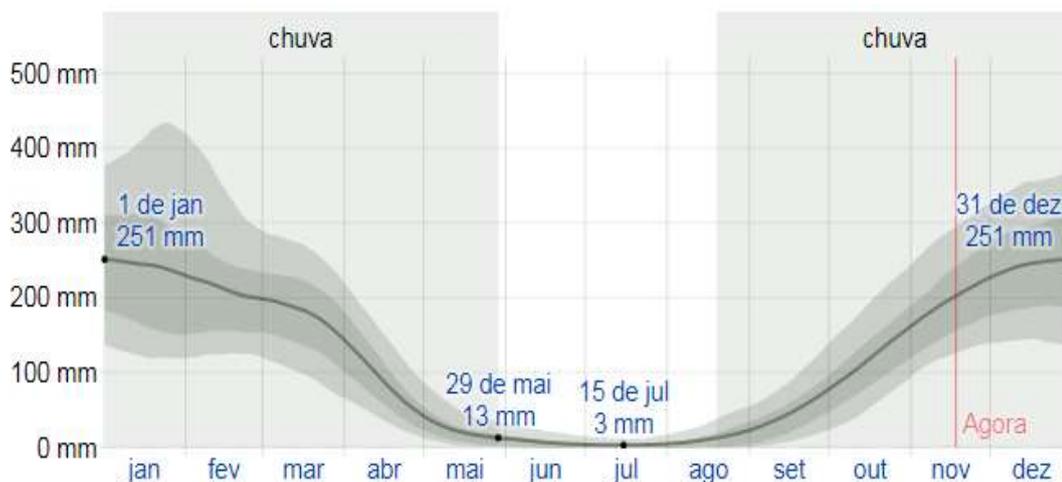
Fonte: Autores, 2020.

O município de Jaraguá se estende por 1.849,552 km², com uma população estimada de 51.338 habitantes, segundo dados do IBGE (2020) e é vizinho dos municípios de Jesúpolis, São Francisco de Goiás, Pirenópolis, Goianésia, Santa Isabel, Rianópolis, Uruana, Itaguaru, Itaguari, Taquaral de Goiás e Santa Rosa de Goiás. Jaraguá se situa nas coordenadas geográficas de latitude -15° 45' 25''S e longitude -49° 20' 02''W, a uma altitude de 610 metros e distância de 125 quilômetros da capital Goiânia.

3.1.2 Clima, Vegetação e Chuva

Jaraguá apresenta uma vegetação tipicamente de cerrado e de floresta tropical, e o clima predominante na região, segundo Silva et al. (2008), é do tipo tropical continental úmido e sempre quente (Aw de Köppen). Tendo em vista, que seu clima é quente em boa parte do ano com uma temperatura que varia entre 19 a 33°C (*WEATHERSPARK*, 2020).

O município de Jaraguá apresenta variação sazonal extrema na sua precipitação mensal de chuva. O período chuvoso ao longo do ano tem uma duração aproximada de 9,3 meses, entre os períodos de 19 de agosto a 29 de maio, tendo em vista, que a precipitação mínima que ocorre durante os períodos de 31 dias contínuos é ao redor de 29 de maio, com uma acumulação total média de 13 milímetros. A precipitação máxima que ocorre durante os períodos de 31 dias é ao redor de 1 de janeiro, com uma acumulação total média de 251 milímetros. O período com falta de chuva do ano dura 2,7 meses, de 29 de maio a 19 de agosto, onde o mínimo de chuva ocorre por volta de 15 de julho, com acumulação total média de 3 milímetros, conforme visto e observado na Figura 4 (*WEATHERSPARK*, 2020).

Figura 4 - Chuva mensal média na cidade de Jaraguá no ano de 2020

Fonte: *Weather Spark*, 2020.

3.1.3 Arquitetura da Edificação

Para a realização do trabalho, utilizou-se o projeto arquitetônico elaborado no mês de março do ano de 2012, fornecido pela empresa responsável pelos projetos da edificação. O hotel em estudo, está inserido em um terreno de 2000 m² e possui dois pavimentos com uma área total construída de 1093,84 m². O quadro de áreas é mostrado em detalhes na Tabela 1.

Tabela 1 - Quadro de Áreas.

Descrição	Área (m ²)
Área do Terreno	2000,00
Área do Pavimento Térreo	546,92
Área do Pavimento Superior	546,92
Área Total Construída	1.093,84
Área Permeável	906,16

Fonte: Autores, 2020.

Na edificação, além de trinta suítes, possui toda a estrutura para as pessoas que tem o hotel como moradia fixa, com refeitório, lavanderia, cozinha, depósito e vestiários. As características de cada pavimento estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Características dos pavimentos do Hotel

Pavimento	Área (m²)	Quantidade	Características
Térreo	546,92	12	Suítes
		1	Refeitório
		1	Recepção
		1	Cozinha
		1	Lavanderia
		1	Depósito
		2	Vestiários
		2	Banheiros
		Superior	546,92
1	Escritório		
1	Depósito		

Fonte: Autores, 2020.

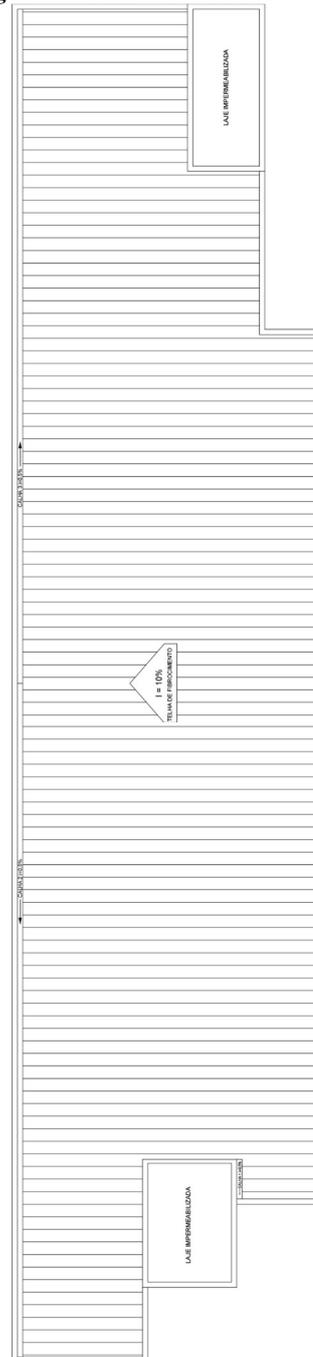
Os equipamentos sanitários encontrados na edificação são bacias sanitárias, chuveiros, pias, lavatórios, tanques de lavar roupas. Todas as trinta suítes contam com um chuveiro, uma bacia sanitária e um lavatório.

O projeto arquitetônico completo do hotel pode ser observado no Anexo A, onde estão dispostas as plantas de layout tanto do pavimento superior quanto do pavimento térreo.

3.2 LEVANTAMENTO DE DADOS

3.2.1 Áreas de Cobertura

Para o dimensionamento correto do reservatório de água pluvial é necessário conhecer e realizar o levantamento das áreas de cobertura, tendo em vista, que a cobertura é um elemento fundamental para a realização da captação das águas pluviais. A cobertura do Hotel Oasis é formada por telhas em fibrocimento com uma área de 546,92 m² e inclinação de 10%, a calha que tem a finalidade de receber a água da chuva captada pela cobertura é em chapa de zinco dobrado. Estes dados de área de cobertura, inclinação e material da calha só foi possível determinar, a partir da planta de cobertura apresentada na Figura 5, fornecido pela empresa responsável pela execução do projeto da edificação.

Figura 5 - Planta de cobertura.**PLANTA BAIXA - COBERTURA**
Escala: Sem escala

Fonte: Racab Engenharia, 2012.

A escolha da área de cobertura para a captação da água da chuva, em vez da área de pátio, foi determinada porque sua superfície contém poucas impurezas e a água captada tem qualidade muito superior, excluindo a necessidade de realizar um tratamento mais específico, entretanto, o filtro de água pluvial será fundamental nos primeiros milímetros de chuva eliminando folhas e grandes impurezas presente na cobertura.

Para dados de cálculos, a área de cobertura tem um valor fundamental para o dimensionamento do reservatório, pois esta área faz parte da área de contribuição, o qual é usado como dado de entrada do programa Netuno 4.

3.2.2 Dados Pluviométricos

O levantamento dos dados pluviométricos necessário para a elaboração deste trabalho foi obtido a partir do endereço eletrônico hidroweb, ao qual pertence à Agência Nacional das Águas (ANA), onde é disponibilizado todos os dados da Estação Pluviométrica do município de Jaraguá, sob o código 1549003. A Tabela 3 mostra em detalhes os dados da estação.

Tabela 3 - Dados da Estação Pluviométrica

Descrição	Dados
Código	1549003
Nome da Estação	Jaraguá
Bacia	2- Tocantins
Sub-Bacia	Rio Tocantins, Maranhão, Palmas
Estado	Goiás
Município	Jaraguá
Responsável	ANA
Operadora	CPRM
Latitude	-15.7581
Longitude	-49.3369
Altitude (m)	607

Fonte: ANA, 2021.

3.2.3 Determinação do Consumo de Água

Os dados de consumo de água mensal necessário para a realização deste estudo serão determinados com base em uma simulação no período de um ano, utilizando a demanda de água necessária para atender o hotel por um dia, os dias corrido de cada mês e as tarifas cobradas pela Companhia Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO) como CMF (Consumo Médio Fixo), Água e Esgoto (Coleta, Afastamento e Tratamento).

3.3 PROCEDIMENTOS DE CÁLCULOS

3.3.1 Demanda diária de água na edificação

O cálculo da demanda diária de água no hotel, inicialmente foi necessário a determinação da população de projeto conforme a Tabela 4, onde estão apresentadas estimativas de população para diversos tipos de edificações.

Tabela 4 - Estimativa de população em edifícios

Edifício	População (P)
Escritórios	Uma pessoa por 9 m ² de área
Lojas	Uma pessoa por 3 m ² de área
Hotéis	Uma pessoa por 15 m ² de área
Hospitais	Uma pessoa por 15 m ² de área

Fonte: Ilha e Gonçalves, adaptado, 1994.

A demanda diária *per capita* foi determinada conforme a Tabela 5, e por fim a demanda diária total da edificação foi calculada através da Equação 12.

Tabela 5 - Estimativa de consumo diário em edifícios

Edifício	Consumo (litros)
Alojamentos provisórios	80 <i>per capita</i>
Residências	150 <i>per capita</i>
Apartamentos	200 <i>per capita</i>
Hotéis (s/cozinha e s/lavanderia)	120 por hóspede
Hospitais	250 por leito
Edifícios públicos ou comerciais	50 <i>per capita</i>
Escritórios	50 <i>per capita</i>
Restaurantes e similares	25 por refeição
Mercados	5 por m ² de área

Fonte: Creder, adaptado, 2006.

$$D = P \cdot C \quad (12)$$

Onde:

D: Demanda diária (L)

P: População (pessoas)

C: Consumo diário per capita (L)

3.3.2 Determinação dos reservatórios de água fria

Os reservatórios de água fria foram dimensionados conforme a NBR 5626 (ABNT,1998), onde através dos resultados obtidos na determinação da demanda diária da edificação foi possível calcular qual o volume total de água dos reservatórios, de forma a permitir que o hotel se mantenha abastecido por dois dias sem o fornecimento público. O volume total obtido foi dividido em reservatório inferior e reservatório superior.

3.3.3 Volume do Reservatório de Água Pluvial

Para o cálculo do volume do reservatório inferior, foi utilizado o programa Netuno 4, desenvolvido por Ghisi e Cordova (2014), por apresentar resultados favoráveis e consistentes em bibliografias pesquisadas. Além disso, a realização dos cálculos utilizando o Netuno 4 é feita de maneira simples, sendo possível realizar simulações com diversos volumes até chegar ao ideal para atender o projeto.

Em um estudo realizado por Salla et al. (2013), na Universidade Federal de Uberlândia, é possível observar que a utilização do *software* apresentou resultados mais econômicos quando comparado aos métodos apresentados na NBR 15527 (ABNT, 2007).

Para a utilização do Netuno 4, foi necessário a inserção de dados de precipitação diárias, área de captação, coeficiente de aproveitamento, demanda diária de água potável *per capita*, número médio de hóspedes e porcentagem de água potável a ser substituída por água pluvial. A Figura 6 mostra a interface inicial do *software*, onde serão inseridos os dados de entrada.

Figura 6 - Interface do programa Netuno 4

Fonte: Netuno 4, 2020.

3.3.4 Vazões nas calhas

Os cálculos de vazões nas calhas foram realizados de acordo com o estabelecido na NBR 10844 (ABNT, 1989), onde inicialmente foi determinado qual a intensidade máxima da chuva para a região em estudo e a área de contribuição, para posteriormente utilizar a Equação 13.

$$Q = \frac{I \cdot A}{60} \quad (13)$$

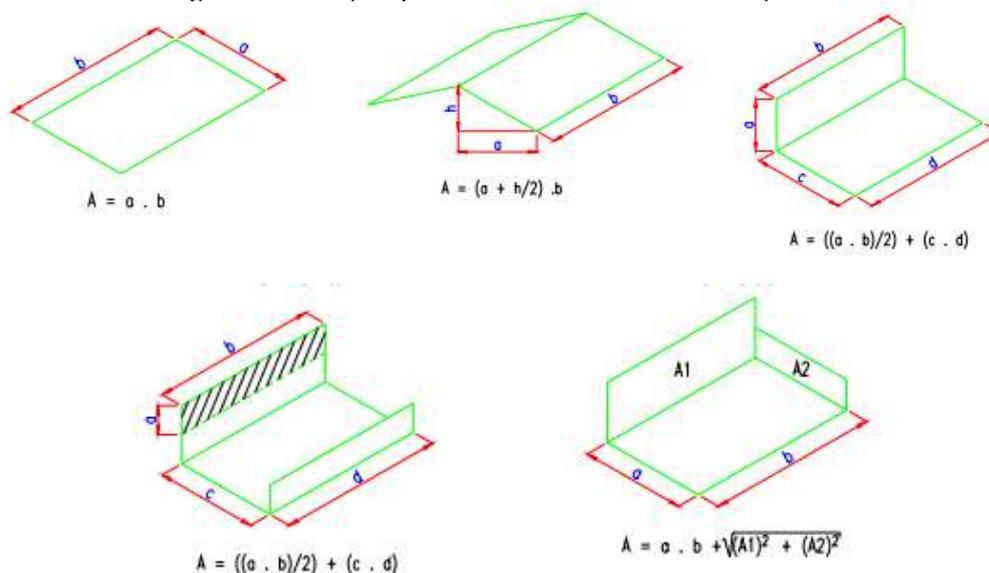
Onde:

Q: Vazão de projeto (L/min);

I: Intensidade pluviométrica (mm/h);

A: Área de contribuição (m²).

Para a determinação da área de contribuição, alguns fatores devem ser levados em conta como a inclinação da cobertura e as paredes na qual a água da chuva será interceptada. A Figura 7 mostra alguns exemplos de cálculos de área de contribuição levando em consideração a inclinação da chuva.

Figura 7- Indicações para cálculos da área de contribuição.

Fonte: Ghisi e Gurgel adaptado da NBR 10844/1989, 2005.

Devido a NBR 10844 (ABNT, 1989), não apresentar os valores de intensidade pluviométrica para Jaraguá – GO, utilizou-se o estudo realizado por Oliveira et al. (2005), onde estão dispostos os coeficientes para a utilização da Equação 14.

$$I = \frac{K \cdot TR^a}{(t+b)^c} \quad (14)$$

Onde:

I: Intensidade pluviométrica (mm/h);

TR: Tempo de retorno (anos);

t: Tempo de duração da chuva (min);

K, a, b e c: Coeficientes locais (Tabela 6);

Tabela 6 - Coeficientes para Jaraguá-GO

Coeficientes	Valores
K	1106,879
a	0,1485
b	12
c	0,7599

Fonte: Oliveira et al., adaptado pelos autores, 2005.

3.3.5 Dimensionamento das Calhas

O dimensionamento das calhas também será realizado de acordo com o estabelecido na NBR 10844 (ABNT, 1989), onde será utilizado a fórmula de Manning-Strickler, demonstrada na Equação 15.

$$Q = K \cdot \frac{S}{n} \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2} \quad (15)$$

Onde:

Q: Vazão de projeto (L/min);

S: Área da seção molhada (m²);

n: Coeficiente de rugosidade;

R_H: Raio hidráulico (m);

i: Declividade da calha (m/m);

K: 60.000.

O coeficiente de rugosidade (n) leva em consideração o material na qual a calha será confeccionada, e pode ser determinado de acordo com a Tabela 7.

Tabela 7 - Coeficientes de rugosidade

Material	n
Plástico, fibrocimento, aço, metais não-ferrosos	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica, concreto não-alisado	0,013
Alvenaria de tijolos não-revestida	0,015

Fonte: NBR 10844/1989, adaptado, 2020.

3.3.6 Dimensionamento dos condutores verticais e horizontais

O dimensionamento dos condutores foi realizado segundo a NBR 10844 (ABNT, 1989), obedecendo o critério de diâmetro interno mínimo de 75 mm. Para o dimensionamento dos condutores verticais utilizou-se a Tabela 8, onde estão dispostos os diâmetros de tubulações com base na área de captação das calhas e na intensidade pluviométrica da região e estudo.

Tabela 8 - Áreas máximas drenadas por condutores verticais.

Intens. Precip. (mm/h)	Diâmetro do condutor vertical (mm)					
	50	75	100	125	150	200
25	267	817	1709	3214	5016	10776
50	133	408	854	1607	2508	5388
75	89	272	569	1071	1671	3591
100	67	204	427	803	1264	2694
125	53	163	341	642	1003	2155
150	44	136	285	535	836	1794
175	38	117	244	459	716	1539
200	33	102	213	401	627	1347
225	29	91	190	357	557	1197
250	27	81	171	321	501	1077
275	24	74	155	292	456	979
300	22	67	142	267	418	897

Fonte: *Uniform Plumbing Code* apud Gonçalves e Oliveira, 1998.

Já os condutores horizontais foram dimensionados conforme a Tabela 9, onde estão apresentadas a capacidade máxima de vazão, com base no material dos condutores e na declividade na qual será alocada.

Tabela 9 - Capacidade de condutores horizontais (l/min)

Diâmetro (mm)	n = 0,011			
	0,5%	1,0%	2,0%	4,0%
50	32	45	64	90
75	95	133	188	267
100	204	287	405	575
125	370	521	735	1040
150	602	847	1190	1690
200	1300	1820	2570	3650
250	2350	3310	4660	6620
300	3820	5380	7590	10800

Fonte: Ghisi e Gugel, adaptado, 2005.

3.3.7 Análise da viabilidade econômica

A análise da viabilidade econômica foi realizada em duas etapas. Inicialmente, foi realizado uma estimativa dos valores economizados em cada mês e em um ano com base na quantidade de água pluvial aproveitável.

A segunda etapa consistiu em uma análise mais aprofundada realizada no programa Netuno 4, onde foi necessário a inserção de dados como os valores orçados na obra, dados do conjunto motobomba, inflação e taxa mínima de atratividade. Como resultado, o programa fornece o valor presente líquido, período de retorno do investimento e a taxa interna de retorno ao mês.

3.4 MATERIAIS UTILIZADOS

3.4.1 Quantitativo de Materiais

Ao realizar o quantitativo de insumos, é possível estabelecer de forma aproximada quais são os materiais, mão de obra e equipamentos necessários para a execução de qualquer serviço, sem que ocorra o desperdício ou a falta do mesmo. Para Xavier (2008), o levantamento de quantitativo é a etapa mais importante na elaboração do orçamento, tendo em vista, que estes dados coletados servem como critério para a elaboração de um orçamento.

3.4.2 Orçamento de Materiais

Todo orçamento tem uma grande importância para a execução de qualquer serviço, pois além de indicar o quantitativo de insumos, Xavier (2008), enfatiza que o orçamento apresenta valores dos custos de materiais, mão de obra e equipamentos.

Neste trabalho em estudo será apresentado um orçamento para a elaboração de um sistema de aproveitamento de água pluvial de um hotel, onde será desenvolvido com base no projeto do sistema, tendo em vista que o orçamento será apresentado em formato de planilha, demonstrando todos os insumos utilizados, bem como seus custos, que serão pesquisados no Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e lojas virtuais.

3.5 ELABORAÇÃO DOS PROJETOS

3.5.1 Projeto hidráulico

Devido ausência do projeto hidráulico do hotel, será necessário a realização de um novo projeto de forma híbrida (água fria e água pluvial), permitindo a utilização dos dois sistemas

conforme a disponibilidade de água nos reservatórios. O desenvolvimento do projeto gráfico será realizado a partir da utilização do *software* QiBuilder (2013), onde seu dimensionamento se baseia no proposto pela NBR 5626 (ABNT,1998) para a realização dos cálculos.

3.5.2 Armazenamento e captação de água pluvial

O projeto de captação e armazenamento de água pluvial do Hotel tem como objetivo melhor apresentar o funcionamento do sistema, desde sua captação pelas calhas, seu percurso pelos condutos horizontais e verticais, sua filtragem pelo filtro e seu armazenamento nos reservatórios inferiores. Este projeto será desenvolvido utilizando os métodos de cálculos da NBR 10844 (ABNT,1989) para dimensionamento das calhas e condutos, o *software* Netuno para a determinação dos reservatórios, e o *software* QiBuilder (2013) para o desenvolvimento do projeto gráfico.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

4.1.1 Consumo de Água

O Hotel Oasis não é abastecido com água fornecida pela concessionária SANEAGO, apenas usufrui de poço artesiano para atender o hotel. Segundo relato do proprietário, o mesmo não consegue informar um volume exato mensal de água consumida pelo hotel, pois não tem um equipamento específico que possa fazer esta medição. Como forma de desafio para resolver este empecilho, foi criada uma simulação em uma planilha no período de um ano, onde foram aplicados dados como demanda diária de 8,76m³ de água para atender o hotel por um dia de consumo, conforme dimensionamento de consumo diário, os dias de consumo de cada mês e as tarifas cobradas pela SANEAGO, tais elas como CMF (Consumo Médio Fixo), Água e Esgoto (Coleta, Afastamento e Tratamento), estas tarifas estão decretadas pela Resolução Normativa N° 0152/2019 - CR no site da SANEAGO, onde o hotel está classificado na categoria Comercial I (Médio e Grande Porte) com faixa de consumo diário acima de 10 m³/mês.

A partir desta simulação, foi possível determinar o volume total de água em cada mês durante um ano, bem como seus custos mensal e anual conforme apresentado na Tabela 10, caso o hotel houvesse fornecimento da rede pública.

Tabela 10 - Simulação de consumo mensal e anual do Hotel Oasis

Mês	Período	Dias de con.	Dem. diário (m³)	Dem. mensal (m³)	CMF (R\$/mês)	Água (R\$/m³)	Esgoto (R\$/m³)	Custo total mensal (R\$/mês)
Jan	01/01 à 31/01	31	8,76	271,56	13,45	10,83	10,84	5.898,16
Fev	01/02 à 28/02	28	8,76	245,28	13,45	10,83	10,84	5.328,67
Mar	01/03 à 31/03	31	8,76	271,56	13,45	10,83	10,84	5.898,16
Abr	01/04 à 30/04	30	8,76	262,80	13,45	10,83	10,84	5.708,33

continua

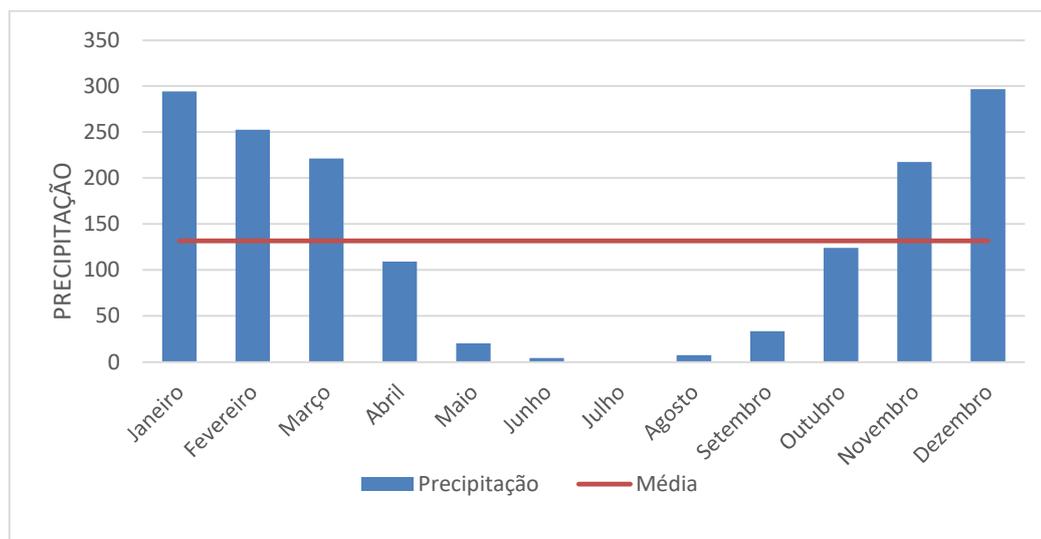
continuação

Mai	01/05 à 31/05	31	8,76	271,56	13,45	10,83	10,84	5.898,16
Jun	01/06 à 30/06	30	8,76	262,80	13,45	10,83	10,84	5.708,33
Jul	01/07 à 31/07	31	8,76	271,56	13,45	10,83	10,84	5.898,16
Ago	01/08 à 31/08	31	8,76	271,56	13,45	10,83	10,84	5.898,16
Set	01/09 à 30/09	30	8,76	262,80	13,45	10,83	10,84	5.708,33
Out	01/10 à 31/10	31	8,76	271,56	13,45	10,83	10,84	5.898,16
Nov	01/11 à 30/11	30	8,76	262,80	13,45	10,83	10,84	5.708,33
Dez	01/12 à 31/12	31	8,76	271,56	13,45	10,83	10,84	5.898,16
Custo total anual (R\$/ano)								69.449,06

Fonte: Autores, 2021.

4.1.2 Dados de Precipitação

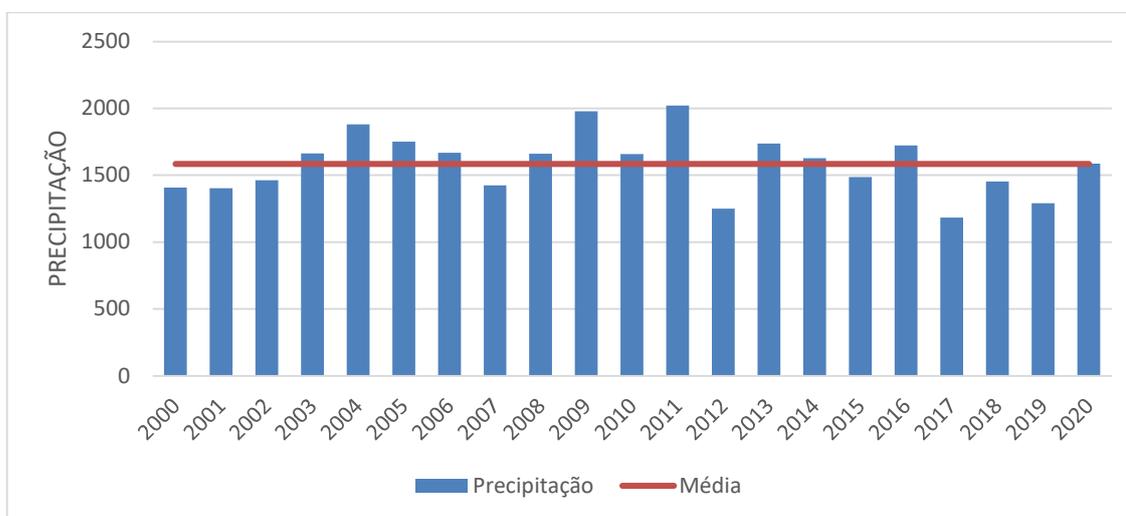
Para a determinação da precipitação média mensal do município de Jaraguá – GO verificou-se a necessidade de utilizar uma série histórica contínua de dados pluviométricos dos últimos 21 anos. Na Figura 8 está representado os valores anuais de precipitação da estação meteorológica de Jaraguá, referentes aos anos de 2000 a 2020, resultando em uma média anual de 1585,99 mm/ano.

Figura 8 - Dados de precipitação anual.

Fonte: ANA, adaptado pelos autores, 2021.

Com isso foi possível observar que os anos de 2012 e 2017 apresentaram valores consideravelmente abaixo da média, enquanto os anos de 2009 e 2011 ficaram acima da média, valores que são levados em consideração durante a análise do volume ideal para o reservatório de água pluvial.

Já na Figura 9, estão representados os valores de precipitações mensais médias durante os 21 anos citados anteriormente, com isso pode-se visualizar que os meses de junho, julho e agosto apresentam valores muito abaixo da média mensal, enquanto os meses de janeiro e dezembro representam os picos de precipitação na região em estudo durante o período.

Figura 9 - Dados de precipitações mensais médias.

Fonte: ANA, adaptado pelos autores, 2021.

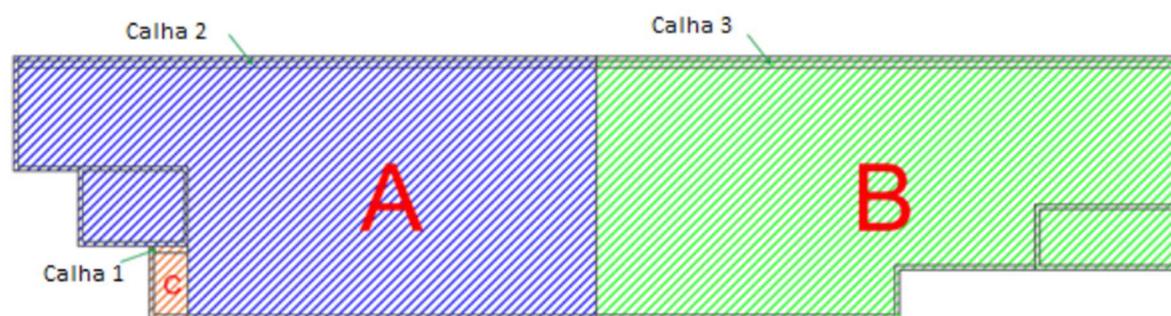
Os dados pluviométricos são de grande importância para este tipo de estudo, pois fornece detalhes importantes sobre a precipitação da região. Para que os resultados sejam precisos, são necessárias as informações em base diária. Para a inserção no programa Netuno 4, os dias nos quais não houveram dados apresentados pela estação pluviométrica foram considerados como 0 mm para fins de cálculo.

4.2 PROCEDIMENTOS DE CÁLCULO

4.2.1 Dimensionamento da calha

Para o projeto do hotel, viu-se a necessidade da implantação de três calhas, demonstradas no esquema da Figura 10, onde as demarcações A, B e C representam as áreas de contribuição para cada uma.

Figura 10- Esquema de divisão de áreas para dimensionamento das calhas.



Fonte: Autores, 2021.

Como todas as calhas terão as mesmas dimensões, utilizou-se para a realização dos cálculos a maior área de contribuição dentre as demonstradas na Tabela 11.

Tabela 11 - Áreas de captação do sistema.

Descrição	Área A (m ²)	Área B (m ²)	Área C (m ²)
Área de telhado	249,778	255,983	5,525
Área da laje impermeabilizada	17,218	18,415	-
Área de parede	6,300	6,938	1,275
Total	273,296	281,336	6,800

Fonte: Autores, 2021.

Com isso, a área utilizada no dimensionamento foi de 281,336 m². A intensidade pluviométrica para a região de Jaraguá-GO é de 163,2597 mm/h, calculada através da Equação 13 com um tempo de retorno de 5 anos, para uma chuva de 5 minutos de duração. Com este valor foi possível chegar a uma vazão de projeto de 765,511 L/min, calculada conforme a Equação 12.

O dimensionamento das calhas foi realizado conforme a NBR 10844 (ABNT, 1989), com a utilização da Equação 14, resultando em calhas de 20x15 cm com inclinação de 0,5%. O detalhamento genérico da calha pode ser observado em detalhes no Apêndice B.

4.2.2 Dimensionamento dos condutores verticais e horizontais

Para o projeto viu-se a necessidade da utilização de 3 condutores verticais para o escoamento da água captada pelas calhas. Os dimensionamentos destes tubos foram realizados conforme a Tabela 8, onde como dado de entrada foram utilizados a área de captação das calhas.

Para o condutor destinado a transportar a água da calha 1 foi utilizada a área de captação de 6,8 m², ficando definido o diâmetro de 75 mm. Para os condutores que transportam a água das calhas 2 e 3 as áreas de captação utilizadas foram de 273,296 m² e 281,336 m², respectivamente, definindo assim tubos com diâmetro de 150 mm.

Já o dimensionamento dos condutores horizontais foi realizado em conformidade com a Tabela 9, onde inicialmente foram realizados os cálculos das vazões recebidas por cada condutor e assim ficou definido o diâmetro de 150 mm em toda sua extensão, com declividade de 1%.

4.2.3 Demanda diária de água na edificação

Para o cálculo da demanda diária de água, inicialmente foi necessário estimar de acordo com a Tabela 4, a população que ocupará o hotel diariamente. Com isso, sabendo que a edificação possui uma área construída de 1093,84 m², ficou definido uma população de 73 pessoas.

Já o consumo *per capita* adotado foi de 120 L/dia (s/cozinha e s/lavanderia) conforme a Tabela 5. Este consumo está o mais próximo possível da realidade descrita pelo proprietário do hotel, o qual está situado às margens da BR-153, e é bastante utilizado por caminhoneiros que ficam pouco período de tempo e consomem pouca água. Apesar de o hotel possuir cozinha e lavanderia, a única refeição disponível é o café da manhã e o mesmo não é produzido no local.

Já a lavanderia é utilizada apenas para lavagem de roupas de cama, portanto o consumo no ambiente é baixo.

Com isso, em conformidade com Equação 12 a demanda diária de água no hotel em estudo é de 8,76 m³.

4.2.4 Demanda de água pluvial

Para o dimensionamento do reservatório inferior de água pluvial, determinou-se anteriormente a demanda de água da chuva necessária para atender os equipamentos hidráulicos do hotel, tais eles como vasos sanitários, máquinas de lavar roupas e tanques de lavar roupas, os quais podem receber água não potáveis para seu funcionamento.

Segundo uma pesquisa realizada pela USP (1999 apud TOMAZ, 2010), os equipamentos têm o seu consumo diário distribuídos como apresentado na Tabela 12.

Tabela 12 - Percentual de consumo diário em equipamentos.

Equipamento	Percentual de consumo diário (%)
Vaso sanitário	29
Máquina de lavar roupas	6
Tanque de lavar roupas	5
Total	40

Fonte: USP (1999 apud TOMAZ, 2010).

Tal porcentagem de 40% foi aplicada sobre o consumo diário de água potável do hotel, determinando assim o volume de água pluvial necessário para atender os equipamentos já mencionados por um período de um dia. Esta porcentagem é de grande importância para o dimensionamento do reservatório inferior no Netuno.

Com base nesta breve descrição, o volume de água pluvial dimensionado para atender o hotel por um dia será de 3,5 m³.

4.2.5 Dimensionamento dos reservatórios de água fria

Os reservatórios de água fria foram dimensionados conforme a NBR 5626 (ABNT, 1998), onde é recomendado a distribuição do volume total armazenado em dois reservatórios, sendo 60% deste volume para o reservatório inferior e 40% para o reservatório superior.

Sabendo que a demanda diária do hotel calculada é de 8,76 m³, foi necessário um volume mínimo de armazenamento de 17,52 m³, já que o hotel precisa se manter abastecido por dois dias completos sem a necessidade do abastecimento proveniente da rede pública. Com isso é possível concluir que o reservatório superior deverá ter uma capacidade de armazenamento de no mínimo 7 m³, enquanto o reservatório inferior uma capacidade de 10,52 m³.

Através da análise das opções de mercado, ficou definido para o projeto a utilização de um reservatório com capacidade de armazenamento de 7,5 m³ para o superior, e um reservatório com capacidade de armazenamento de 15 m³ para o inferior.

4.2.6 Dimensionamento do reservatório de água pluvial

Para o dimensionamento do reservatório inferior, foi necessário inicialmente a definição de alguns dados importantes, como o coeficiente de escoamento superficial e o descarte do escoamento inicial.

O coeficiente de escoamento superficial é um dado que depende exclusivamente da superfície na qual a água pluvial irá escoar. O hotel em estudo possui telhas de fibrocimento e com isso, segundo Rocha (2009), o coeficiente adequado para este material é de 0,8.

O descarte do escoamento inicial adotado foi definido com base na NBR 15527 (ABNT, 2007), onde se recomenda um descarte mínimo de 2 mm para casos onde há a ausência dos dados necessários para a realização dos cálculos.

Os dados de entrada completos para a realização das simulações no programa Netuno 4 podem ser observados na Tabela 13.

Tabela 13 - Dados de entrada para o Netuno 4.

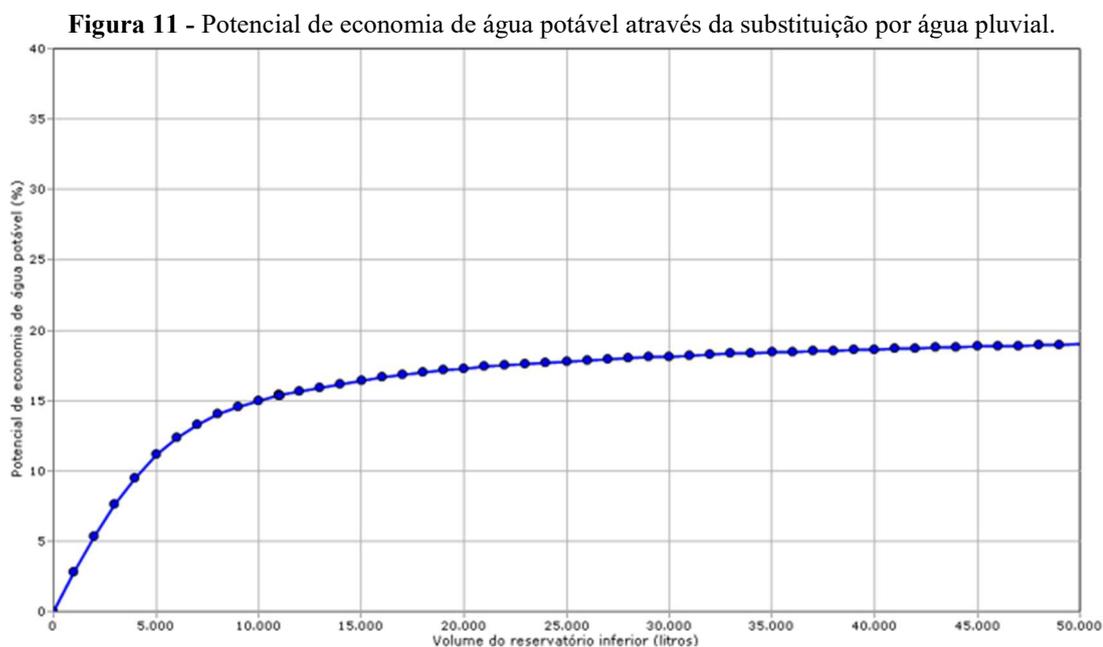
Dados de entrada	Valor
Área de captação (m ²)	561,43
Demanda total de água (litros <i>per capita</i> /dia)	120
Número de moradores (pessoas)	73
Demanda substituída por água pluvial (%)	40
Reservatório superior (litros)	6000
Período de precipitação (ano)	2000 a 2020
Volume máximo (litros)	50000
Intervalo entre volumes (litros)	1000

Fonte: Autores, 2021.

Apesar de ser visto como importante a utilização de um reservatório superior para suprir a demanda de água não potável por dois dias contínuos, foi necessário adotar um volume de mercado de apenas 6000 litros devido ausência de espaço físico para sua alocação.

Com isso, foram realizadas as simulações para o reservatório inferior com volumes a cada 1000 litros no intervalo entre 1.000 e 50.000 litros, com o objetivo de se obter o volume que consiga atender a demanda de água do hotel levando em consideração o potencial de economia de água potável.

Analisando o gráfico apresentado na Figura 11, é possível perceber que a partir de um determinado volume a curva tende a se tornar estável, indicando que a água captada não é suficiente para gerar uma grande diferença de potencial de economia de água potável.



Fonte: Netuno 4, 2021.

Através da análise dos resultados, ficou definido um volume para o reservatório inferior de 30 m³, onde serão adotados 3 reservatórios comerciais com capacidade de 10 m³. Com este volume o potencial médio de utilização de água pluvial foi de 18,04%, já que nos meses de seca o volume de água possível para ser utilizado é bem abaixo da média.

Com a somatória do reservatório inferior e superior teremos um volume de água da chuva máximo armazenado de 36 m³, suficiente para atender o sistema do hotel por um período de 10 dias contínuos.

4.2.7 Análise da captação e consumo de água pluvial

Na Tabela 14, pode-se observar os resultados mensais referentes ao volume total que passa pela cobertura, bem como os dados do volume consumido pelo hotel. O programa Netuno 4 não fornece um relatório do volume total, por este motivo foi necessário realizar o seu cálculo, multiplicando a área de captação pela precipitação média mensal. Já o volume consumido é referente aos dados dispostos no Anexo B, multiplicado pela quantidade de dias do mês em questão.

Tabela 14 - Volume mensal captado e consumido

Mês	Índice pluviométrico (mm)	Volume Total (m ³ /mês)	Volume Consumido (m ³ /mês)
Janeiro	294,30	165,2	91,70
Fevereiro	252,44	141,7	84,07
Março	221,18	124,2	90,20
Abril	109,03	61,2	53,03
Mai	20,13	11,3	10,17
Junho	4,39	2,5	2,43
Julho	0,56	0,3	0,25
Agosto	7,46	4,2	2,50
Setembro	33,46	18,8	15,25
Outubro	123,95	69,6	48,36
Novembro	217,50	122,1	82,69
Dezembro	296,57	166,5	96,25

Fonte: Netuno 4, adaptado, 2021.

Observando os dados da Tabela 14, nota-se que nem todo volume que passa pela cobertura é consumido pelo hotel, e isso ocorre devido a dois fatores. O primeiro fator é referente as perdas no processo de captação, devido a absorção e evaporação durante o contato da água da chuva com a superfície, e no processo de filtragem durante a retirada das impurezas. O segundo é pelo fato de a chuva na região ser irregular, fazendo com que em dias mais chuvosos o volume captado exceda a capacidade de armazenamento do sistema, e com isso, parte da água é extravasada. Com isso, é possível ter uma ideia de como ocorre as perdas de água da chuva da cobertura até o extravasor do reservatório.

Já na Tabela 15, apresenta-se um resumo dos resultados calculados pelo *software* Netuno 4 (conforme o Anexo B), onde é possível observar a demanda diária necessária para atender os pontos hidráulicos de consumo (tais como vaso sanitário, máquina de lavar roupas e

tanque de lavar roupas), o percentual diário médio alcançado, o volume médio consumido de água pluvial no qual o sistema consegue atender em cada dia do mês, bem como o complemento de água potável necessário para suprir a demanda de água não potável quando o sistema não consegue atender completamente.

Tabela 15 - Consumo de água pluvial pelos pontos hidráulicos

Mês	Demanda de água pluvial (L/dia)	Potencial alcançado (%/dia) *	Volume consumido de água pluvial (L/dia)	Complemento de água potável (L/dia)
Janeiro	3.504,00	84,42	2.958,04	545,96
Fevereiro	3.504,00	85,69	3.002,42	501,58
Março	3.504,00	83,04	2.909,67	594,33
Abril	3.504,00	50,45	1.767,65	1.736,35
Mai	3.504,00	9,36	327,92	3.176,08
Junho	3.504,00	2,32	81,13	3.422,87
Julho	3.504,00	0,23	8,14	3.495,86
Agosto	3.504,00	2,31	80,79	3.423,21
Setembro	3.504,00	14,51	508,33	2.995,67
Outubro	3.504,00	44,52	1.560,04	1.943,96
Novembro	3.504,00	78,66	2.756,28	747,72
Dezembro	3.504,00	88,61	3.104,84	399,16
Média	3.504,00	45,34	1.588,77	1.915,23

Fonte: Netuno 4, adaptado, 2021.

* O potencial alcançado é o volume médio consumido em relação a demanda diária de água não potável, em %.

Com isso, é possível observar que em nenhum mês do ano o volume armazenado pelo reservatório é capaz de atender completamente a demanda diária de água não potável, sendo em dezembro a maior média com 3.104,84 L/dia, atingindo um potencial de utilização de água pluvial de 88,61% da demanda. Já no mês de julho ocorre o menor consumo de água da chuva, em média 8,14 L/dia, sendo necessário utilizar um volume de água potável de 3.495,86 litros/dia para suprir a demanda de água não potável.

Os dados apresentados na Tabela 15 mostram que a capacidade de coleta do sistema não é suficiente para atender completamente a edificação, e isso ocorre devido à área de coleta ser muito pequena enquanto o número de hóspedes é alto. Por este motivo não é possível criar uma reserva de água na edificação para atender os meses com pouca precipitação, já que o volume

do reservatório inferior deveria ser muito elevado, tornando o sistema economicamente inviável.

4.2.8 Orçamento dos materiais

O orçamento tem um papel fundamental na construção do sistema de aproveitamento de água pluvial do Hotel, pois a partir dele pode-se observar e analisar o quantitativo aproximado de cada insumo, bem como seus custos, e também o mais importante, que é o valor total para a execução do sistema.

Para a elaboração da planilha orçamentária, foram consultados os custos relativos aos reservatórios, conjunto motobomba, tubulações, acessórios, mão de obra, dentre outros valores necessários para a elaboração do sistema de aproveitamento de água pluvial. O custo total da implantação deste sistema ficou orçado em R\$ 76.320,32 (Setenta e seis mil e trezentos e vinte reais e trinta e dois centavos), e pode ser visto de forma detalhada no Apêndice C.

4.2.9 Análise da viabilidade econômica

Através dos dados de tarifa mensal calculados, foi possível realizar uma simulação da economia possível em cada mês do ano, com base no volume de água pluvial e potável consumido, ao qual pode ser visto no Anexo B. A Tabela 16 mostra os valores de cada mês, sendo possível observar que no período de um ano é estimado uma economia de R\$ 12.501,47 da tarifa paga para a SANEAGO.

Tabela 16 - Tabela de consumo, custos e economia.

Mês	Dias de consumo	Cons. mensal sem o sistema (m ³)	Consumo mensal com o sistema		Custo sem o sistema (R\$/mês)	Custo com o sistema (R\$/mês)	Economia (R\$/mês)
			Cons. potável (m ³)	Cons. não potável (m ³)			
Jan	31	271,56	179,86	91,70	5.898,16	3.911,03	1.987,12
Fev	28	245,28	161,21	84,07	5.328,67	3.506,92	1.821,75
Mar	31	271,56	181,36	90,20	5.898,16	3.943,53	1.954,63
Abr	30	262,8	209,77	53,03	5.708,33	4.559,18	1.149,15
Mai	31	271,56	261,39	10,17	5.898,16	5.677,87	220,29
Jun	30	262,8	260,37	2,43	5.708,33	5.655,58	52,74

continua

							continuação
Jul	31	271,56	271,31	0,25	5.898,16	5.892,69	5,47
Ago	31	271,56	269,06	2,50	5.898,16	5.843,88	54,27
Set	30	262,8	247,55	15,25	5.708,33	5.377,86	330,47
Out	31	271,56	223,20	48,36	5.898,16	4.850,17	1.047,99
Nov	30	262,8	180,11	82,69	5.708,33	3.916,47	1.791,86
Dez	31	271,56	175,31	96,25	5.898,16	3.812,42	2.085,74
Custo total anual (R\$/anual)					69.449,06	56.947,59	12.501,47

Fonte: Netuno 4, adaptado, 2021.

Com os resultados obtidos foi possível perceber que em meses de seca, onde a água pluvial consegue atender apenas uma pequena parte da demanda, os valores economizados são muito abaixo da média anual, contudo nos meses onde há um elevado volume de chuva há uma redução considerável na tarifa de água provinda da SANEAGO.

Uma análise econômica mais aprofundada foi realizada com a utilização do programa Netuno 4, onde foi necessário a inserção de alguns dados da estimativa de investimento inicial, como os valores gastos com os reservatórios, tubulações, acessórios, conjunto motobomba e mão de obra, que podem ser observados de forma detalhada na planilha orçamentária demonstrada no Apêndice C.

O gasto com a energia elétrica consumida pelo conjunto motobomba foi definido através dos valores das tarifas da ENEL. O hotel se encaixa na categoria “demais classes”, onde a tarifa cobrada é de 0,5474 R\$/kWh.

Alguns outros dados de entrada necessários para a realização dos cálculos podem ser observados na Tabela 17.

Tabela 17 - Dados de entrada para análise econômica

Dados de entrada	Valor
Inflação (% ao mês)	0,93
Reajuste das tarifas de água e energia (meses)	12
Período de Análise (anos)	20
Taxa Mínima de Atratividade (% ao mês)	1

Fonte: Autores, 2021.

A inflação de 0,93% ao mês utilizada neste trabalho, foi obtida com base no valor do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) do mês de março de 2021, último disponível na página do IBGE.

Após as entradas de dados observadas anteriormente foi possível obter alguns dados importantes que demonstram a viabilidade econômica da instalação do sistema de aproveitamento de água pluvial no hotel em estudo. Os resultados gerados podem ser observados na Tabela 18.

Tabela 18 - Resultados da análise no Netuno 4

Descrição	Resultados
Valor Presente Líquido (R\$)	136.563,33
Tempo de retorno do investimento (meses)	83
Taxa Interna de retorno (% ao mês)	2,14

Fonte: Autores, 2021.

Com os resultados obtidos foi possível perceber que a instalação do sistema é um investimento viável a longo prazo, com potencial de economia de R\$ 136.563,33 em 20 anos. O tempo necessário para que o investimento se pague é de 83 meses com uma taxa interna de retorno de 2,14% ao mês.

4.3 APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS

4.3.1 Projeto hidráulico

No Apêndice A é possível observar o projeto completo, onde estão dispostas as plantas baixas dos pavimentos térreo e superior, planta de cobertura, detalhamento da lavanderia e dos banheiros e os cortes detalhando o funcionamento do sistema nos ambientes.

4.3.2 Projeto de captação e armazenamento de água pluvial

O projeto está disposto no Apêndice B, composto por planta baixa pavimento térreo, planta baixa pavimento superior, planta de cobertura e os detalhamentos das calhas responsável pela captação da água pluvial e dos reservatórios inferiores, que tem a finalidade de armazenar a água da chuva.

5 CONCLUSÕES

Nesta pesquisa, o projeto do sistema de aproveitamento de água pluvial na edificação do Hotel Oasis, localizado na cidade de Jaraguá – GO é apresentado de forma detalhada em dois projetos. Um é o projeto de captação mostrando o percurso da água da chuva desde sua captação nas calhas, seu percurso nos condutos verticais e horizontais, sua filtragem pelo filtro até seu armazenamento nos reservatórios inferiores. O outro projeto é composto pelo hidráulico que mostra o percurso da água pluvial do reservatório inferior para o reservatório superior por meio do bombeamento pela bomba d'água, após esta etapa concluída a água da chuva será direcionada para os pontos de consumo, tais eles como vasos sanitários, máquinas de lavar roupas e tanques de lavar roupas. Os pontos hidráulicos aqui mencionados receberão tanto água da chuva quanto água potável.

São muitas as vantagens no uso da água da chuva, inclusive com a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial, podem-se resolver problemas de desperdício de água potável, já que a água da chuva pode ser aplicada de forma eficiente em alguns equipamentos hidráulicos de residências, comércios e indústrias, proporcionando economia para o proprietário e sustentabilidade para o meio ambiente.

Este sistema foi orçado em um valor aproximado de em R\$ 76.320,32 (Setenta e seis mil e trezentos e vinte reais e trinta e dois centavos), tendo em vista, que os preços dos insumos apresentados no orçamento foram coletados a partir da tabela da SINAPI e pesquisas feitas em lojas virtuais.

Após a realização da planilha orçamentária como mencionado, foi realizado uma análise da viabilidade econômica da implantação deste sistema no hotel em duas etapas. Inicialmente foi realizado uma comparação entre os gastos com água fria antes e depois da instalação do sistema, sendo possível observar que em um ano o potencial de economia é de R\$ 12.501,47. A segunda etapa consistiu em uma análise mais detalhada realizada através da utilização do Netuno 4, com isso foi possível chegar a um tempo de retorno do investimento estimado de 83 meses com uma taxa interna de retorno de 2,14% ao mês. Assim sendo, foi possível concluir que a instalação do sistema de aproveitamento de água no hotel é investimento viável pensando no longo prazo, com um potencial econômico alto após o período de retorno do investimento inicial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe anual**. Brasília, DF: ANA, 2019. 110 p. Disponível em:

<http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura-completo.bb39ac07.pdf>. Acesso em: 26 set. 2020.

ABNT. **NBR 15.527 – Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos**, 2007.

ABNT. **NBR 10.844 – Instalações prediais de águas pluviais**, 1989.

ALICE, C.F. **Método de avaliação de sistemas de aproveitamento de água pluvial em habitações de interesse social**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Tecnologia, Universidade Federal e Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

AMORIM, S.V.; PEREIRA, D.J.A. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 53-66, 2008.

ANA. **O risco de escassez de água doce**. Brasília, 2019. Disponível em:

<<https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/o-risco-de-escassez-de-a-gua-doce.2019-03-15.4724785357>>. Acesso em: 1 out. 2020.

ANA. **Qualidade de água**. Brasília, 2020. Disponível em:

<<https://www.ana.gov.br/noticias/aproveitamento-de-agua-de-chuva-e-incluido-na-legislacao>>. Acesso em: 1 out. 2020.

ANA. **Aproveitamento de água de chuva é incluído na Legislação**. Brasília, 2017.

Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/noticias/aproveitamento-de-agua-de-chuva-e-incluido-na-legislacao>>. Acesso em: 10 out. 2020.

ASA. **Programa Cisternas democratiza água e garante convivência no Semiárido**. Recife, 2016. Disponível em: <https://www.asabrasil.org.br/imprensa/asa-na-midia?artigo_id=9470>. Acesso em: 1 out. 2020.

ANNECCHINI, K.P.V. **Aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES)**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

BAKER, B.H.; ALDRIDGE, C.A.; OMER, A. 2016. **Water**: Availability and use. Mississippi State University Extension. 2016. n. 3011.

BERNARDES, J. **Captação de água da chuva economiza 60 mil litros por ano**. Revista USP, 2017. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/tecnologia/captacao-de-agua-da-chuva-economiza-60-mil-litros-por-ano/>>. Acesso em: 12 out. 2020.

BRANDÃO, J.L.B.; MARCON, P. Análise dos métodos de dimensionamento de reservatórios de águas pluviais sugeridos pela NBR 15527/07 com base na simulação diária. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, n. 6, p. 1031-1041, 2018.

CABRAL, P. **Para ONU, coleta de chuva pode amenizar falta de água**. BBCBRASIL, 2006. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/reporterbbc/story/2006/11/061113_nairobiaguapc#:~:text=Um%20relat%C3%B3rio%20divulgado%20nesta%20segunda,de%20%C3%A1gua%20em%20diversas%20comunidades.>. Acesso em: 1 out. 2020.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (Brasil). **Gestão de recursos hídricos na indústria da construção**: conservação de água e gestão da demanda. Brasília, DF: CBIC, 2017. 118 p. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Gestao_de_Recursos_Hidricos_na_Industria_da_Construcao_2017-1.pdf. Acesso em: 27 set. 2020.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Projeto cria política nacional de captação e aproveitamento da água das chuvas**. Brasília, 2014. Disponível em:

<<https://www.camara.leg.br/noticias/441020-projeto-cria-politica-nacional-de-captacao-e-aproveitamento-da-agua-das-chuvas/>>. Acesso em: 15 out. 2020.

CAMPOS, M.A.S. **Aproveitamento de água pluvial em edifícios residenciais multifamiliares na cidade de São Carlos**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

CARVALHO, R. S. **Potencial econômico do aproveitamento de águas pluviais**: Análise da implantação de um sistema para a região urbana de Londrina. 2010. Monografia (Especialista em Construção de Obras Públicas) - Programa Residência Técnica da Secretaria de Estado de Obras Públicas, Universidade Federal do Paraná, Apucarana, 2010.

CETESB. **Reuso de água**. São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/reuso-de-agua/>>. Acesso em: 10 out. 2020.

CHAVES NETO, L. **Gestão das águas no século XXI**: Uma questão de sobrevivência. Ago de 2008. Disponível em : < http://cenedcursos.com.br/meio-ambiente/wp-content/uploads/2008/08/gestao_aguas.pdf> . Acesso em 27 set. 2020.

COELHO, E.F.; FILHO, M.A.C.; OLIVEIRA, S.L. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. **Bahia Agrícola**, v. 7, n. 1, p. 57-60, 2005.

COSTA, W.O.; OHNUMA JUNIOR, A.A.; SOUZA, J.G.P. Percepção do uso da água em instituição de ensino: estudo de caso no Colégio Estadual de Santo Antônio, no Distrito de Xerém, Duque de Caxias (RJ). **Revista brasileira de educação ambiental**, v. 11, n. 2, p. 139-150, 2016.

CREDER, H. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias, 6ª edição**. Rio de Janeiro. Grupo GEN, 2006. 978-85-216-1937-6. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-1937-6/>. Acesso em: 5 Abr 2021.

ECO SUSTENTÁVEL. Londrina, PR, 2021. Disponível em: < <https://www.ecosustentavel.eng.br/>>. Acesso em: 2 abr. 2021.

ENEL. Goiânia, GO, 2021. Disponível em: < https://www.enel.com.br/pt-goias/Tarifas_Enel.html>. Acesso em: 2 mai. 2021.

FAGGION, F.; OLIVEIRA, C.A.S.; CHRISTOFIDIS, D. Uso eficiente da água: uma contribuição para o desenvolvimento sustentável da agropecuária. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 2, n. 1, p. 187-190, 2009.

FAVARO, P.P.F. **Indicadores das patologias relacionados as calhas com comparativo de dimensionamento utilizando a NBR 10844/1989 e a equação de chuva da cidade de Cuiabá-MT**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2017.

FERNANDES, D.R.M.; NETO, V.B.M.; MATTOS, K.M.C. Viabilidade econômica do uso da água da chuva: um estudo de caso da implantação de cisterna na UFRN/RN. **XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2007.

FERREIRA, D.F. **Aproveitamento de águas pluviais e reuso de águas cinzas para fins não potáveis em um condomínio residencial localizado em Florianópolis - SC**. 2005. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

GHISI, E.; CORDOVA, M. M. Netuno 4: Manual do Usuário. **Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, Universidade Federal de Santa Catarina**. Florianópolis, SC, Brasil, 2014.

GIACCHINI, M.; ANDRADE FILHO, A.G. Utilização da água de chuva nas edificações industriais. **II Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais**. Ponta Grossa, PR, Brasil, 2000.

GONÇALVES, O.M. *et al.* Indicadores de uso racional da água para escolas de ensino fundamental e médio. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 35-48, 2005.

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 75-95, 2002.

IBGE. Cidade e Estados. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em:

<<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/go/jaragua.html>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

ILHA, M.S.O; GONÇALVES, O.M. **Sistemas Prediais de Água Fria.** 1994. Texto Técnico – Escola Politécnica da USP, São Carlos, 1994.

Jaraguá GO. **Dados geográficos de Jaraguá – Goiás.** Jaraguá, 2020. Disponível em:

<<https://www.jaraguago.com.br/geografia.php#.X7vshJqSnIV>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

LEME, T.N. Os municípios e a política nacional do meio ambiente. **Planejamento e políticas públicas**, v. 2, n. 5, p. 25-52, 2010.

LEMES JUNIOR, A.B.; RIGO, C.M.; CHEROBIM, A.P. **Administração financeira: princípios, fundamentos e práticas brasileiras.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2002.

LEROY MERLIN. São Paulo, 2020. Disponível em: < <https://www.leroymerlin.com.br/>>. Acesso em: 21 mar. 2021.

LOPES, A.P.G.; SILVA JUNIOR, D.P.; MIRANDA, D.A. Análise crítica de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial: estudo comparativo dos municípios de Belo Horizonte (MG), Recife (PE) e Rio Branco (AC). **Revista Petra**, v. 1, n. 2, p. 219-238, 2015.

MACHADO, G.E.; VESTENA, N.P.; FOLMER, I. (Re)uso da água da chuva: experiência no colégio politécnico de Santa Maria (RS). **Revista brasileira de educação ambiental**, São Paulo, v. 11, n. 5, p. 10-18, 2016.

MARINOSKI, A.K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino:** Estudo de caso em Florianópolis - SC. 2007. Trabalho de Conclusão de

Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MARQUES, E.L. **Sistema predial de águas pluviais incorporando microrreservatórios de controle do escoamento**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

MIERZWA, J.C. *et al.* Águas pluviais: método de cálculo do reservatório e conceitos para um aproveitamento adequado. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p. 29-37, 2007.

MORAIS, J.W.A. **Viabilidade técnica/econômica no aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis em uma instituição de ensino do Amazonas**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Tecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

OLIVEIRA, L.F.C *et al.* Intensidade-Duração-Frequência de chuvas intensas para localidades no estado de Goiás e Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 1, p. 13-18, 2005.

OLIVEIRA, S.M. **Aproveitamento da água da chuva e reúso de água em residências unifamiliares**: Estudo de caso em Palhoça - SC. 2005. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PINTO, R.L.; BEZERRA, F.A.P. **Um estudo sobre o desperdício de água potável**. Ago de 2017. Disponível em : < <https://www.recantodasletras.com.br/artigos-de-ciencia-e-tecnologia/5942605>> . Acesso em 27 ago. 2020.

RAZZOLINI, M.T.P.; GÜNTHER, W.M.R. Impactos na saúde das deficiências de acesso a água. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 21-32, 2008.

REZENDE, J.H.; TECEDOR, N. Aproveitamento de água de chuva de cobertura em edificações: dimensionamento do reservatório pelos métodos descritos na NBR 15527. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 12, n. 6, p. 1041-1053, 2017.

SACADURA, F.O.M.O. **Análise de sistemas de aproveitamento de água pluvial em edifícios**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2011.

SALLA, Márcio; LOPES, Gabriela; PEREIRA, Carlos; NETO, João; PINHEIRO, Aline. Viabilidade técnica de implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em universidade. **Ambient. constr.**, Porto Alegre, v.13, n.2, p.167-181, Jun. 2013.

SANEAGO. **Saneamento de Goiás S.A.** Goiânia,GO, 2021. Disponível em: <<https://www.saneago.com.br/#/home>>. Acesso em: 13 abr. 2021.

SANTOS, S.L. *et al.* Avaliação de Custo/Benefício do Projeto de Reuso de Águas do IFCE-Limoeiro do Norte, In: V CONNEPI, **Anais [...]**.Maceió-AL, 2010.

SAMPAIO, F.E.O.V. **Análise da viabilidade de implantação e pré-dimensionamento de sistemas de aproveitamento de água pluvial em centros urbanos**. 2013. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2013.

SANTOS, O.S.; ESTENDER, A.C.; MESSIAS, J.F. O Desperdício e a reutilização da água. **Brasil Para Todos-Revista Internacional**, v. 6, n. 1, p. 1-13, 2018.

SEBRAE. **Ser sustentável é viável e pode gerar grande economia**. São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://atendimento.sebraemg.com.br/biblioteca-digital/content/como-fazer-sistema-de-captacao-de-agua-da-chuva>>. Acesso em: 12 out. 2020.

SILVA, A.R.; BORJA, P.C. Aproveitamento de água de chuva no Brasil: avanços e limitações dos aspectos legais. In: Congresso ABES/Fenasan 2017. **Anais[...]**. 2017.

SILVA, F.A.M; ASSAD, E.D.; EVANGELISTA, B.A. Caracterização climática do bioma Cerrado, In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P; RIBEIRO, J.F. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. v.1. Planaltina: Embrapa Cerrados. P.69-88. 2008.

TALLES, D. D.; COSTA, R. G. **Reúso da Água: Conceitos, Teorias e Práticas**: 2. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2010. 424p.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. 2010. Disponível em: <https://909d9be6-f6f1-4d9c-8ac9-115276d6aa55.filesusr.com/ugd/0573a5_bfa504956e664155b22974ef016e05a7.pdf?index=true>. Acesso em: 29 set. 2020.

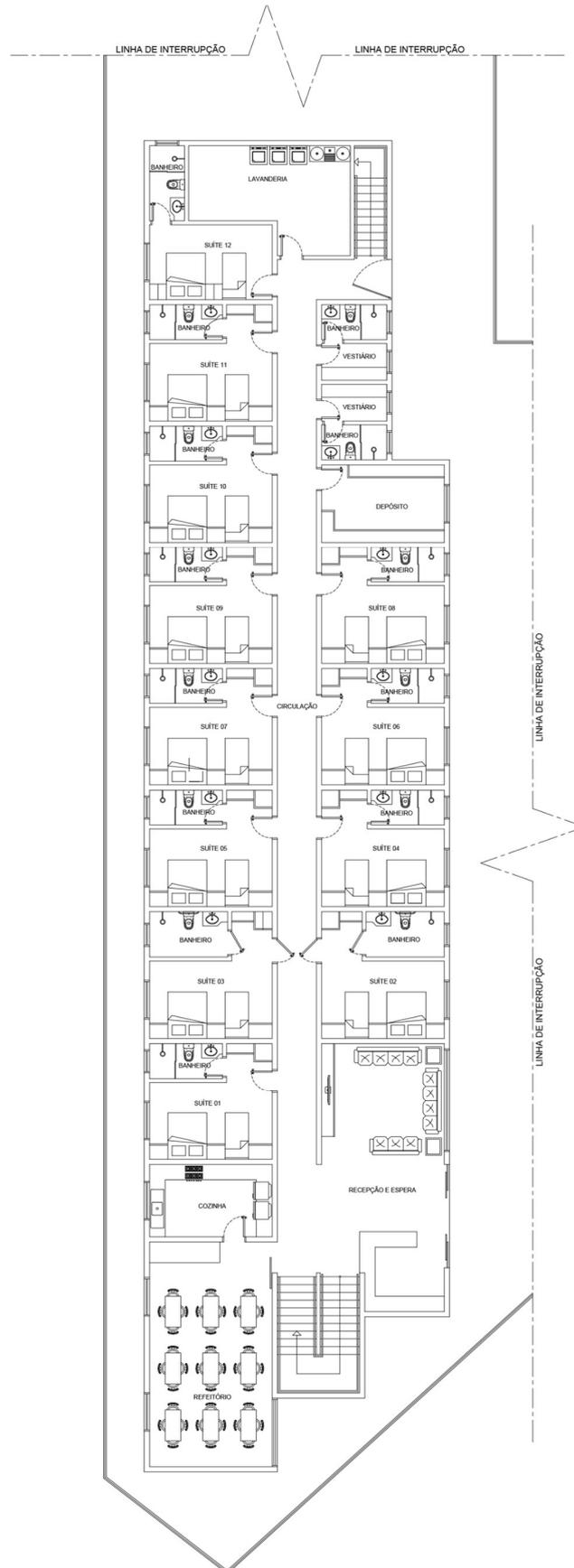
VELOSO, N.S.L.; MENDES, R.L.R. Aspectos legais do uso da água da chuva no Brasil e a gestão dos recursos hídricos: notas teóricas. In: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. **Anais [...]**. Bento Gonçalves, RS, Brasil, 2013.

VIOLA, H. **Gestão de águas pluviais em áreas urbanas**: o estudo de caso da cidade do samba. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

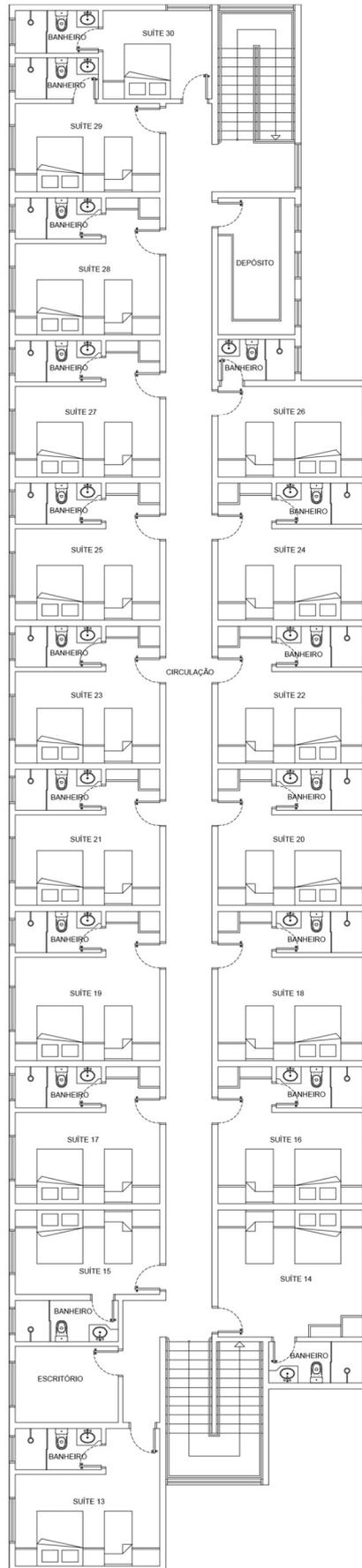
Weather Spark. **Condições meteorológicas médias de Jaraguá**. Minneapolis, 2020. Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/y/29986/Clima-característico-em-Jaraguá-Brasil-durante-o-ano>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

XAVIER, I. **Orçamento, planejamento e custos de obras**. São Paulo: FUPAM - Fundação para Pesquisa Ambiental, 2008.

ANEXO A – PROJETO ARQUITETÔNICO DO HOTEL



PLANTA BAIXA - PAV. TÉRREO - LAYOUT
Escala: Sem escala



PLANTA BAIXA - PAV. SUPERIOR LAYOUT
Escala: Sem escala

ANEXO B – RESULTADOS GERADOS PELO NETUNO 4

Resultado mensal da simulação

X

Mês	Potencial de utilização de água pluvial (%)	Volume consumido de água pluvial (litros)	Volume consumido de água potável (litros)	Volume extravasado (litros)	Atendimento completo (%)	Atendimento parcial (%)	Sem atendimento (%)	Média diária de recalques
Janeiro	33,77	2958,04	5801,96	1329,97	79,72	8,14	12,14	4,86
Fevereiro	34,27	3002,42	5757,58	1004,07	82,49	6,06	11,45	5,06
Março	33,22	2909,67	5850,33	466,41	79,88	6,61	13,52	4,90
Abril	20,18	1767,65	6992,35	108,30	45,56	8,41	46,03	2,61
Mai	3,74	327,92	8432,08	0,00	7,68	3,84	88,48	0,38
Junho	0,93	81,13	8678,87	0,00	1,43	1,59	96,98	0,05
Julho	0,09	8,14	8751,86	0,00	0,00	0,46	99,54	0,00
Agosto	0,92	80,79	8679,21	0,00	1,38	1,54	97,08	0,07
Setembro	5,80	508,33	8251,67	0,00	10,79	6,03	83,17	0,54
Outubro	17,81	1560,04	7199,96	94,19	37,33	12,75	49,92	2,04
Novembro	31,46	2756,28	6003,72	297,68	72,86	11,75	15,40	4,07
Dezembro	35,44	3104,84	5655,16	937,75	85,56	5,99	8,45	5,39
Média	18,04	1580,55	7179,45	350,66	41,86	6,09	52,05	2,49
Total ano		576902	2,6205E6	127971				

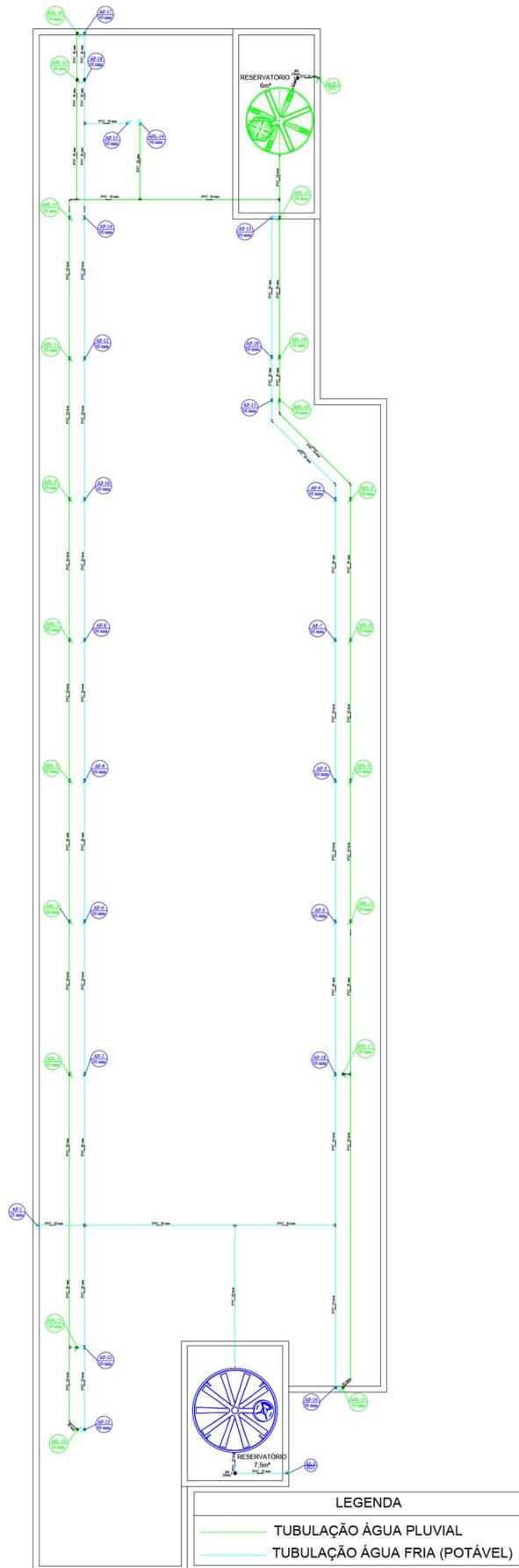
APÊNDICE A – PROJETO HIDRÁULICO



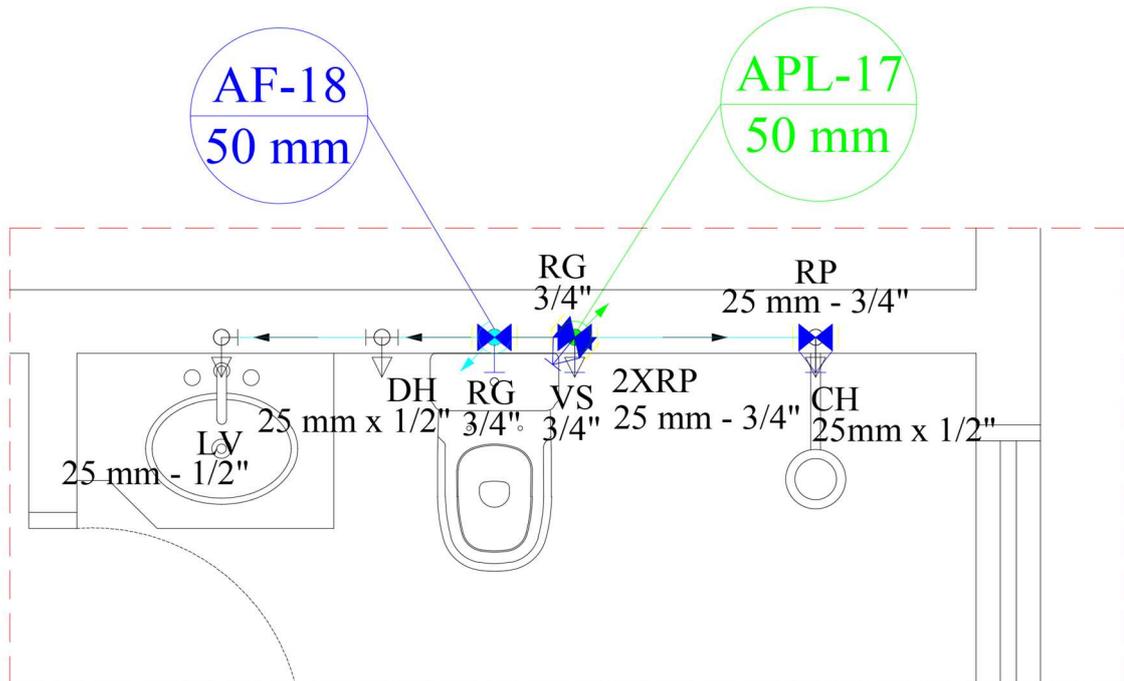
PLANTA BAIXA - PAV. TÉRREO
Esc.: Sem escala



PLANTA BAIXA - PAV. SUPERIOR
Esc.: Sem escala

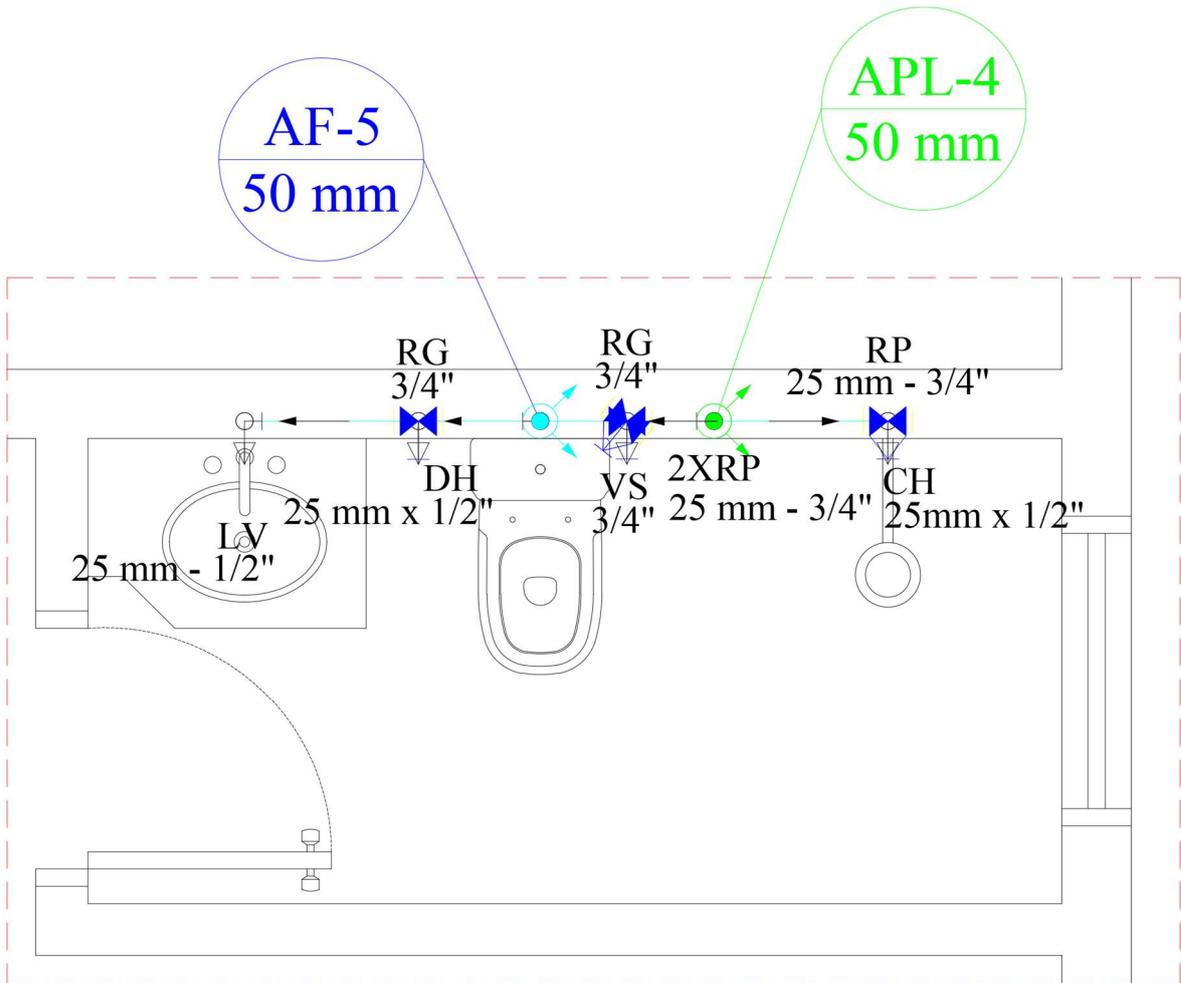


PLANTA BAIXA - COBERTURA
Esc.: Sem escala



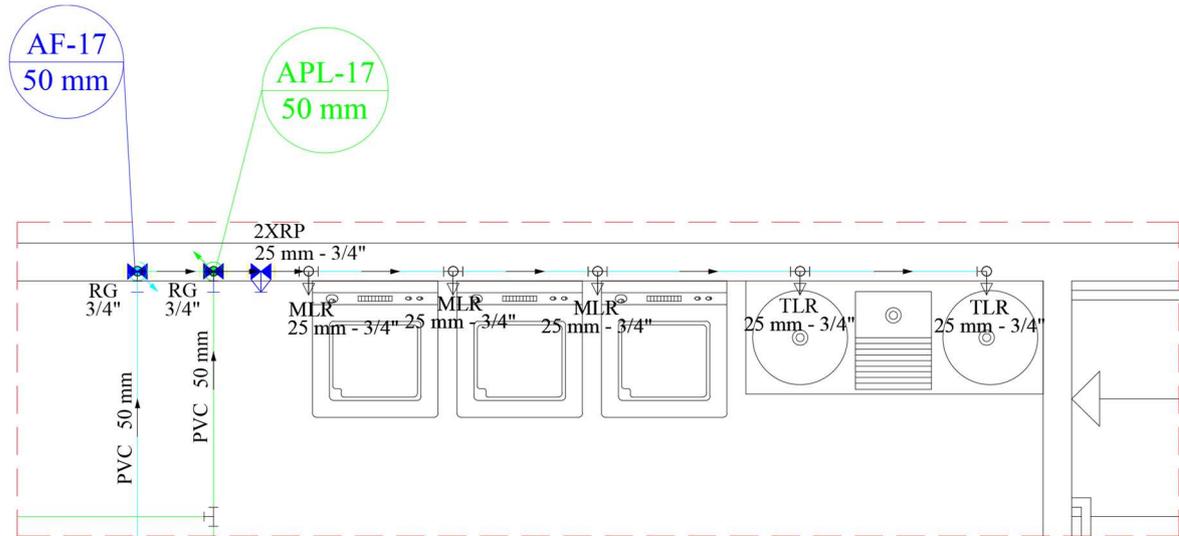
DETALHE D1
Escala: Sem escala

LEGENDA	
	TUBULAÇÃO ÁGUA PLUVIAL
	TUBULAÇÃO ÁGUA FRIA (POTÁVEL)



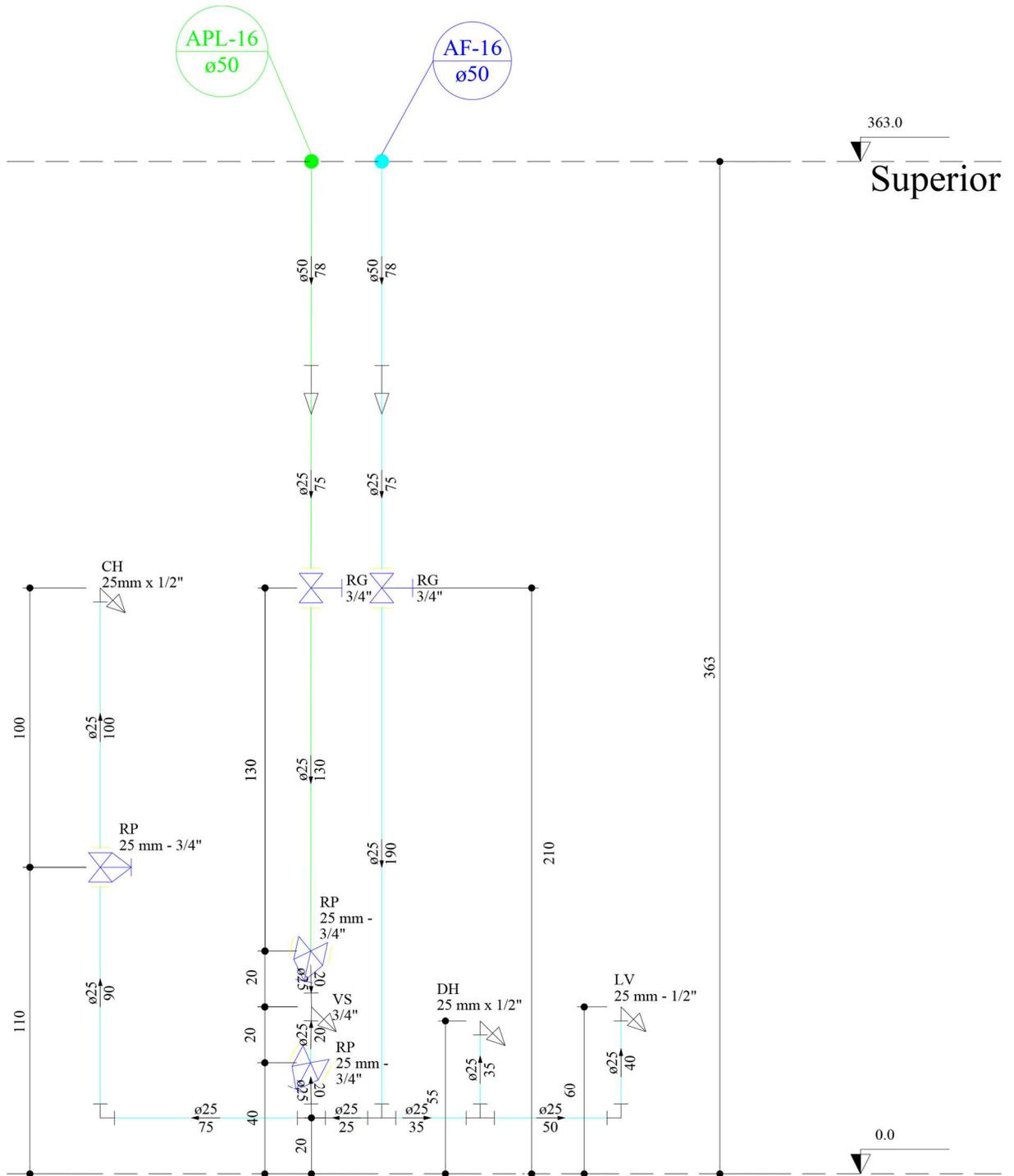
DETALHE D2
Escala: Sem escala

LEGENDA	
	TUBULAÇÃO ÁGUA PLUVIAL
	TUBULAÇÃO ÁGUA FRIA (POTÁVEL)



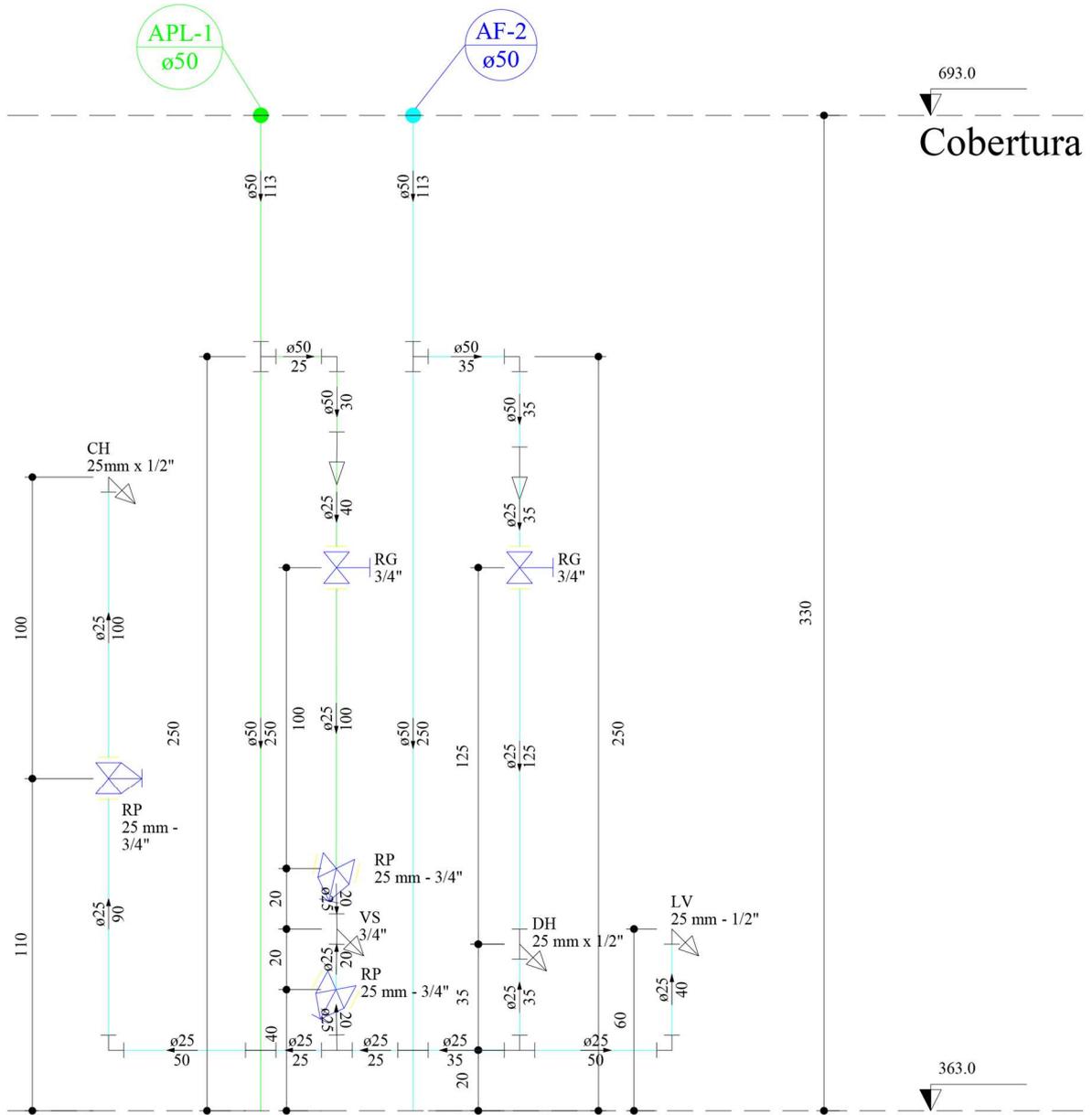
DETALHE D3
Escala: Sem escala

LEGENDA	
	TUBULAÇÃO ÁGUA PLUVIAL
	TUBULAÇÃO ÁGUA FRIA (POTÁVEL)



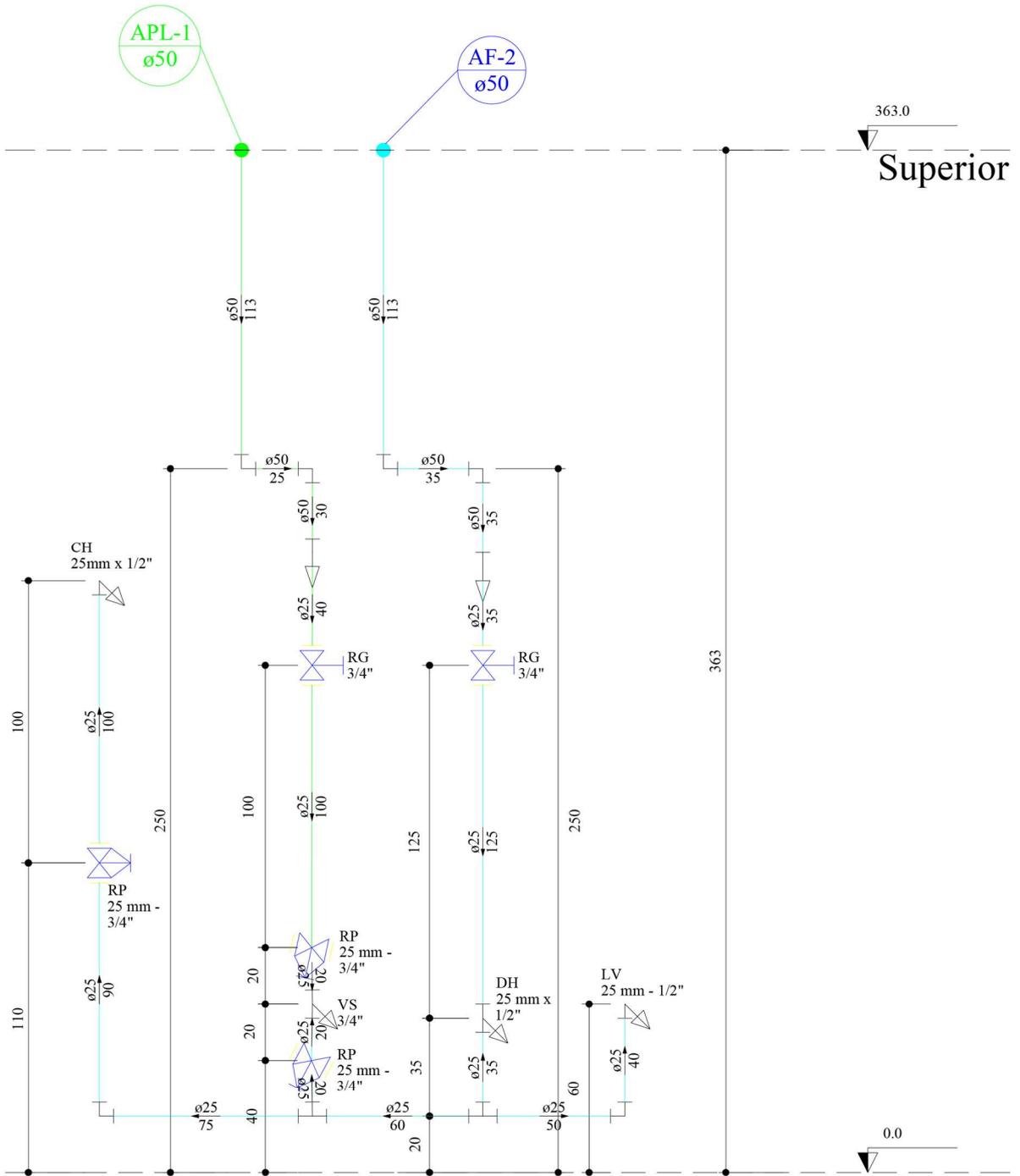
LEGENDA	
	TUBULAÇÃO ÁGUA PLUVIAL
	TUBULAÇÃO ÁGUA FRIA (POTÁVEL)

TÉRREO
CORTE C1
Escala: Sem escala



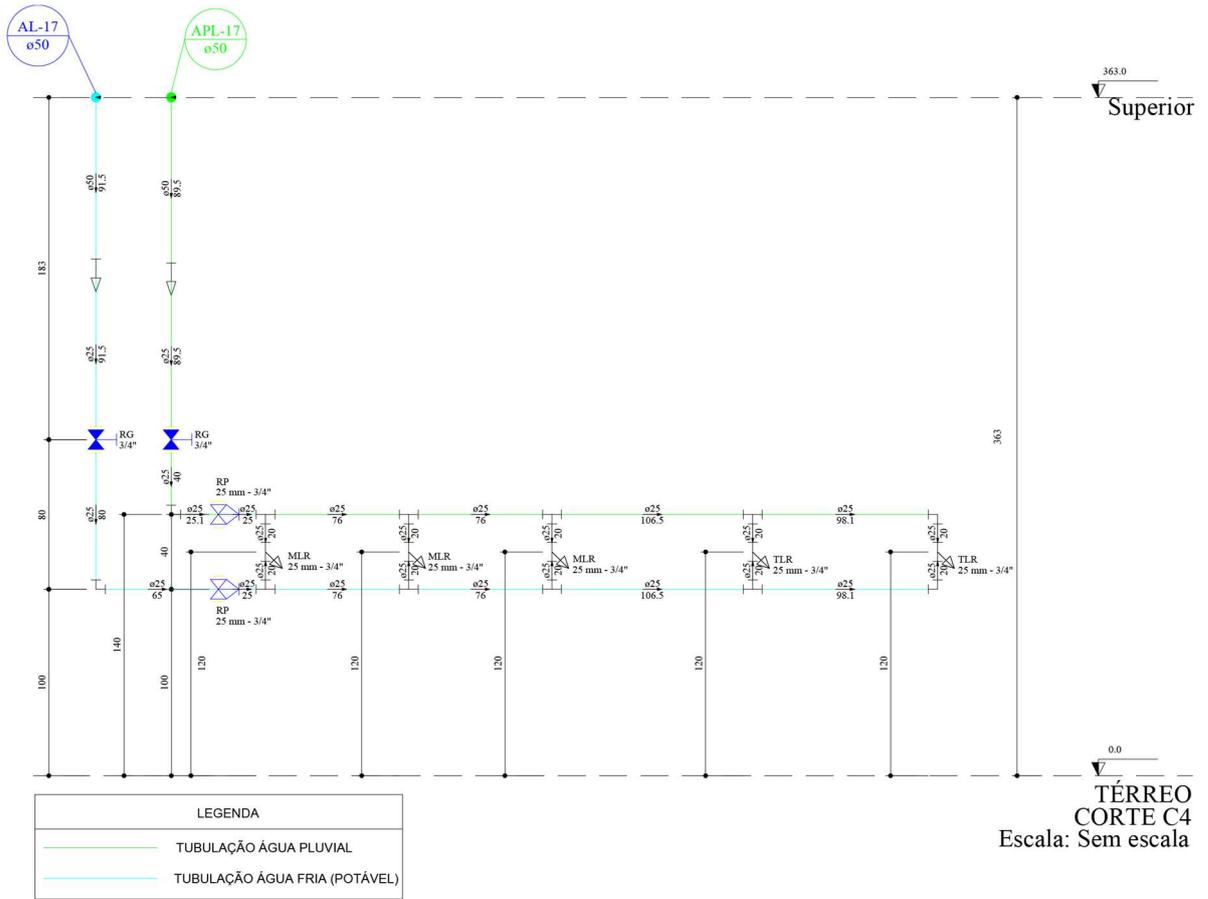
LEGENDA	
	TUBULAÇÃO ÁGUA PLUVIAL
	TUBULAÇÃO ÁGUA FRIA (POTÁVEL)

693.0
 Cobertura
 363.0
 SUPERIOR
 CORTE C2
 Escala: Sem escala

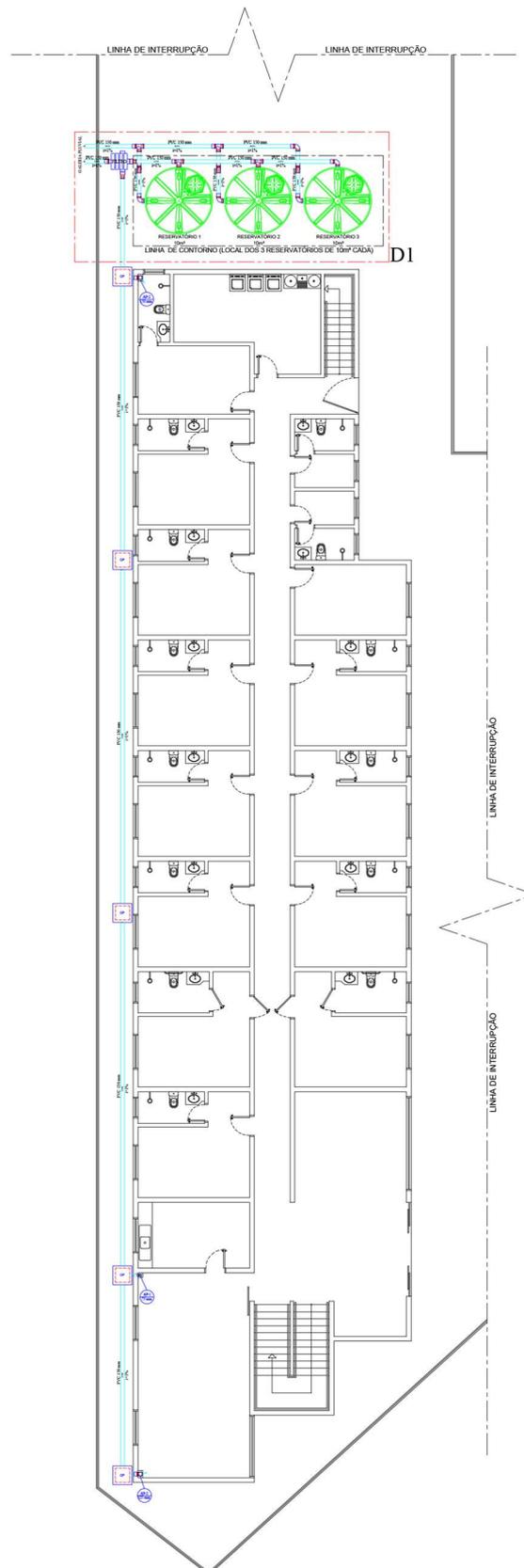


LEGENDA	
	TUBULAÇÃO ÁGUA PLUVIAL
	TUBULAÇÃO ÁGUA FRIA (POTÁVEL)

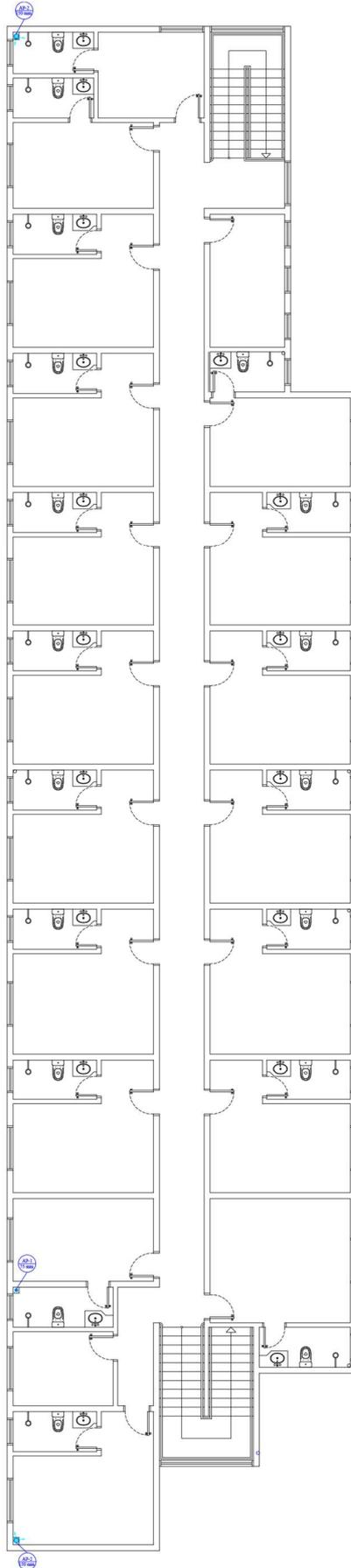
TÉRREO
CORTE C3
Escala: Sem escala



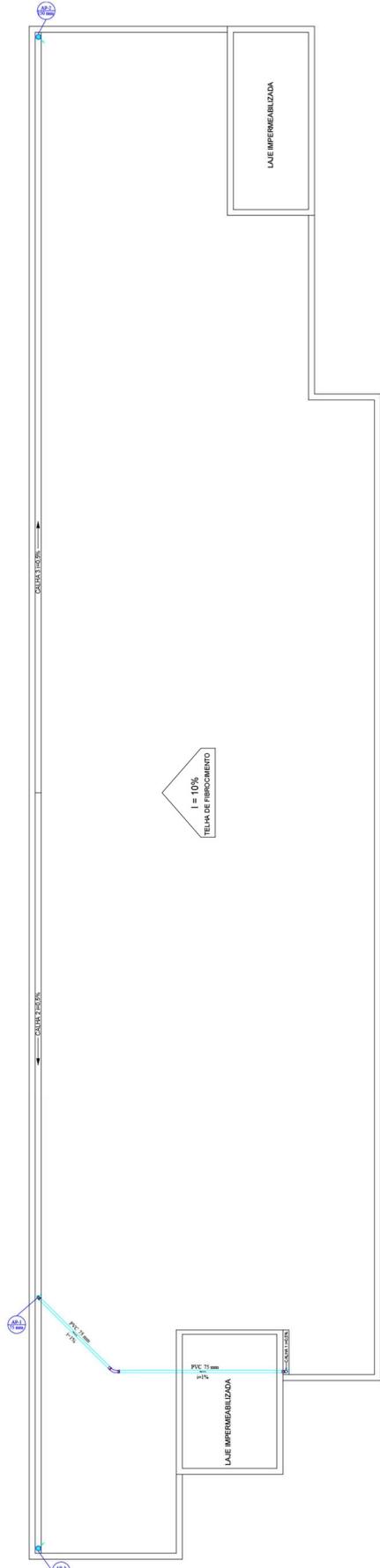
APÊNDICE B - PROJETO DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO



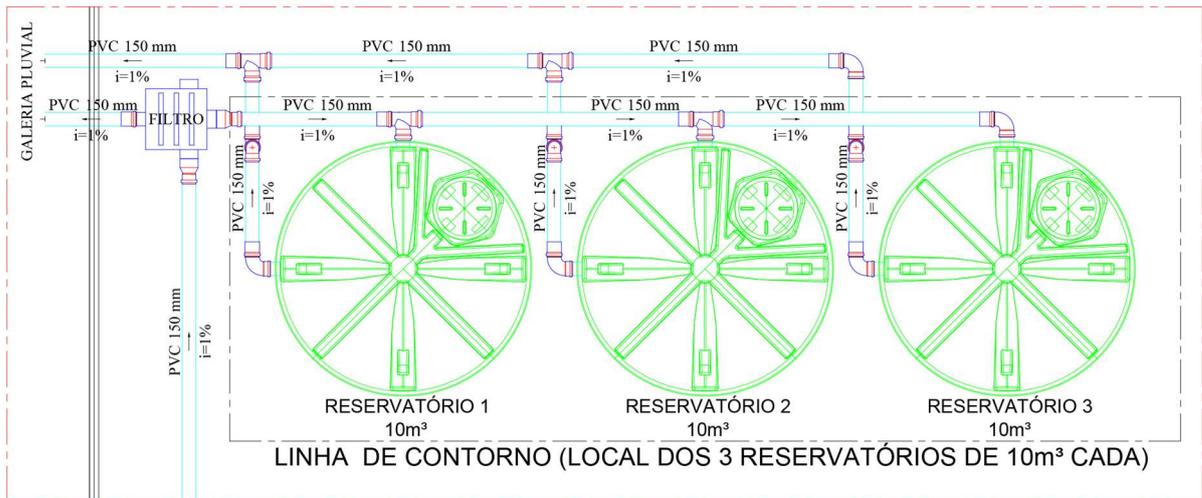
PLANTA BAIXA - PAV. TÉRREO
Escala: Sem escala



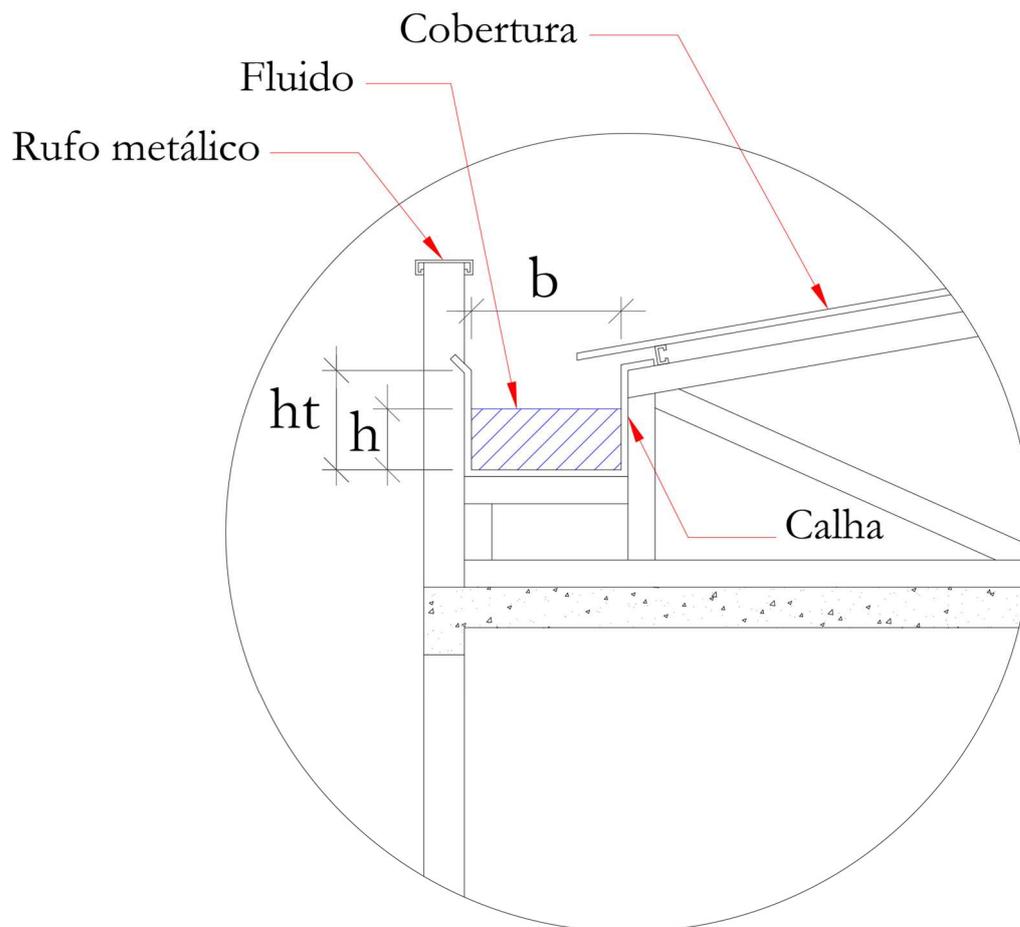
PLANTA BAIXA - PAV. SUPERIOR
Escala: Sem escala



PLANTA BAIXA - COBERTURA
Escala: Sem escala



DETALHE D1
Escala: Sem escala



Calhas 1, 2 e 3

$b=20\text{cm}$

$ht=15\text{cm}$

$h=9\text{cm}$

Silgas

b : Base da calha

ht : Altura total da calha

h : Altura da lamina d'água

Detalhe genérico das calhas
Escala: Sem escala

APÊNDICE C – PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

ITEM	CÓD.	REF.	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UN.	QUANT.	PREÇO UN. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1.			ÁGUA PLUVIAL (CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO)				
1.1	9839	SINAPI	TUBO PVC, SERIE R, DN 75 MM, PARA ESGOTO OU ÁGUAS PLUVIAIS PREDIAIS (NBR 5688)	M	18,00	16,35	294,30
1.2	9840	SINAPI	TUBO PVC, SERIE R, DN 150 MM, PARA ESGOTO OU ÁGUAS PLUVIAIS PREDIAIS (NBR 5688)	M	102,00	58,23	5.939,46
1.3	10768	SINAPI	CURVA PVC LONGA 45G, DN 75 MM, PARA ESGOTO PREDIAL	UN	1,00	29,34	29,34
1.4	20156	SINAPI	JOELHO, PVC SERIE R, 90 GRAUS, DN 75 MM, PARA ESGOTO OU ÁGUAS PLUVIAIS PREDIAIS	UN	3,00	15,77	47,31
1.5	20158	SINAPI	JOELHO, PVC SERIE R, 90 GRAUS, DN 150 MM, PARA ESGOTO OU ÁGUAS PLUVIAIS PREDIAIS	UN	25,00	82,09	2.052,25
1.6	297	SINAPI	ANEL BORRACHA PARA TUBO ESGOTO PREDIAL DN 75 MM (NBR 5688)	UN	10,00	2,39	23,90

1.7	300	SINAPI	ANEL BORRACHA, DN 150 MM, PARA TUBO SERIE REFORCADA ESGOTO PREDIAL	UN	66,00	12,60	831,60
1.8	20036	SINAPI	REDUCAO EXCENTRICA PVC NBR 10569 P/REDE COLET ESG PB JE 200 X 150MM	UN	2,00	187,97	375,94
1.9	20181	SINAPI	TE, PVC, SERIE R, 150 X 150 MM, PARA ESGOTO OU ÁGUAS PLUVIAIS PREDIAIS	UN	4,00	100,18	400,72
1.10	20078	SINAPI	PASTA LUBRIFICANTE PARA TUBOS E CONEXOES COM JUNTA ELASTICA (USO EM PVC, ACO, POLIETILENO E OUTROS) (DE *400* G)	UN	3,00	24,51	73,53
1.11	20080	SINAPI	ADESIVO PLASTICO PARA PVC, FRASCO COM 175 GR	UN	2,00	21,24	42,48
1.12	38383	SINAPI	LIXA D'AGUA EM FOLHA, GRAO 100	UN	20,00	1,79	35,80
1.13	1	ECO SUSTENTÁVEL	FILTRO CICLO 500	UN	1,00	2.612,61	2.612,61
1.14	94229	SINAPI	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 100 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL.	M	52,65	161,63	8.509,82

1.15	74104/001	SINAPI	CAIXA DE INSPEÇÃO EM ALVENARIA DE TIJOLO MACIÇO 60X60X60CM, REVESTIDA INTERNAMENTE COM BARRA LISA (CIMENTO E AREIA, TRAÇO 1:4) E=2,0CM, COM TAMPA PRÉ-MOLDADA DE CONCRETO E FUNDO DE CONCRETO 15MPA TIPO C - ESCAVAÇÃO E CONFECÇÃO	UN	5,00	112,75	563,75
1.16	2	LEROY MERLIN	TANQUE D' ÁGUA 10.000 MIL LITROS (ACQUALIMP)	UN	3,00	5.089,90	15.269,70
1.17	2696	SINAPI	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRAULICO	DIA	20,00	116,64	2.332,80
1.18	246	SINAPI	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRAULICO	DIA	20,00	82,64	1.652,80
2.			MOVIMENTAÇÃO DE TERRA (LOCAL DAS CAIXAS D'ÁGUA)				
2.1	101206	SINAPI	ESCAVAÇÃO VERTICAL A CÉU ABERTO, EM OBRAS DE EDIFICAÇÃO, INCLUINDO CARGA, DESCARGA E TRANSPORTE	M ³	90,49	8,24	745,64
2.2	101619	SINAPI	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM BRITA	M ³	8,08	205,99	1.664,40
2.3	94342	SINAPI	ATERRO MANUAL DE VALAS COM AREIA	M ³	37,69	137,13	5.168,43
2.4	94319	SINAPI	ATERRO MANUAL DE VALAS COM SOLO ARGILO-ARENOSO	M ³	4,33	36,93	159,91

2.5	94990	SINAPI	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EM OBRA, ACABAMENTO CONVENCIONAL, NÃO ARMADO	M³	4,04	617,12	2.493,16
3. INSTALAÇÃO HIDRÁULICA (ABASTECIMENTO)							
3.1	9875	SINAPI	TUBO PVC, SOLDAVEL, DN 50 MM, PARA ÁGUA FRIA (NBR-5648)	M	164,78	16,29	2.684,27
3.2	9869	SINAPI	TUBO PVC, SOLDAVEL, DN 32 MM, ÁGUA FRIA (NBR-5648)	M	65,00	9,77	635,05
3.3	9868	SINAPI	TUBO PVC, SOLDAVEL, DN 25 MM, ÁGUA FRIA (NBR-5648)	M	71,92	4,35	312,85
3.4	1959	SINAPI	CURVA DE PVC 90 GRAUS, SOLDAVEL, 50 MM, PARA ÁGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	26,00	17,72	460,72
3.5	1957	SINAPI	CURVA DE PVC 90 GRAUS, SOLDAVEL, 32 MM, PARA ÁGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	11,00	8,18	89,98
3.6	1956	SINAPI	CURVA DE PVC 90 GRAUS, SOLDAVEL, 25 MM, PARA ÁGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	35,00	3,60	126,00
3.7	813	SINAPI	BUCHA DE REDUCAO DE PVC, SOLDAVEL, LONGA, COM 50 X 25 MM, PARA ÁGUA FRIA PREDIAL	UN	22,00	4,88	107,36

3.8	9895	SINAPI	UNIAO PVC, SOLDAVEL, 32 MM, PARA ÁGUA FRIA PREDIAL	UN	2,00	17,12	34,24
3.9	3870	SINAPI	LUVA SOLDAVEL COM BUCHA DE LATAO, PVC, 25 MM X 3/4"	UN	33,00	7,90	260,70
3.10	3903	SINAPI	LUVA PVC SOLDAVEL, 32 MM, PARA ÁGUA FRIA PREDIAL	UN	1,00	2,25	2,25
3.11	3863	SINAPI	LUVA PVC SOLDAVEL, 50 MM, PARA ÁGUA FRIA PREDIAL	UN	13,00	5,38	69,94
3.12	108	SINAPI	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL CURTO COM BOLSA E ROSCA, 32 MM X 1", PARA ÁGUA FRIA	UN	10,00	2,13	21,30
3.13	65	SINAPI	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL CURTO COM BOLSA E ROSCA, 25 MM X 3/4", PARA ÁGUA FRIA	UN	99,00	35,61	3.525,39
3.14	10410	SINAPI	VALVULA DE RETENCAO HORIZONTAL, DE BRONZE (PN-25), 1", 400 PSI, TAMPA DE PORCA DE UNIAO, EXTREMIDADES COM ROSCA	UN	1,00	78,81	78,81
3.15	7142	SINAPI	TE SOLDAVEL, PVC, 90 GRAUS, 50 MM, PARA ÁGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	20,00	11,83	236,60
3.16	7140	SINAPI	TE SOLDAVEL, PVC, 90 GRAUS, 32 MM, PARA ÁGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	3,00	4,84	14,52

3.17	7139	SINAPI	TE SOLDAVEL, PVC, 90 GRAUS, 25 MM, PARA ÁGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	4,00	1,45	5,80
3.18	7122	SINAPI	TE PVC, SOLDAVEL, COM BUCHA DE LATAO NA BOLSA CENTRAL, 90 GRAUS, 25 MM X 3/4", PARA ÁGUA FRIA PREDIAL	UN	37,00	12,88	476,56
3.19	7129	SINAPI	TE DE REDUCAO, PVC, SOLDAVEL, 90 GRAUS, 50 MM X 25 MM, PARA ÁGUA FRIA PREDIAL	UN	11,00	10,47	115,17
3.20	99	SINAPI	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL, COM FLANGE E ANEL DE VEDACAO, 50 MM X 1 1/2", PARA CAIXA D'AGUA	UN	1,00	27,72	27,72
3.21	97	SINAPI	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL, COM FLANGE E ANEL DE VEDACAO, 32 MM X 1", PARA CAIXA D'AGUA	UN	6,00	16,96	101,76
3.22	11675	SINAPI	REGISTRO DE ESFERA, PVC, COM VOLANTE, VS, SOLDAVEL, DN 32 MM, COM CORPO DIVIDIDO	UN	4,00	24,47	97,88
3.23	6016	SINAPI	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO, BITOLA 3/4 " (REF 1509)	UN	33,00	21,93	723,69
3.24	6024	SINAPI	REGISTRO PRESSAO COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADA, SIMPLES, BITOLA 3/4 " (REF 1416)	UN	33,00	50,46	1.665,18

3.25	10234	SINAPI	VALVULA DE RETENCAO DE BRONZE, PE COM CRIVOS, EXTREMIDADE COM ROSCA, DE 1", PARA FUNDO DE POCO	UN	3,00	40,11	120,33
3.26	11825	SINAPI	TORNEIRA DE BOIA CONVENCIONAL PARA CAIXA D'AGUA, 1", COM HASTE E TORNEIRA METALICOS E BALAO PLASTICO	UN	1,00	48,05	48,05
3.27	20080	SINAPI	ADESIVO PLASTICO PARA PVC, FRASCO COM 175 GR	UN	10,00	21,24	212,40
3.28	3146	SINAPI	FITA VEDA ROSCA EM ROLOS DE 18 MM X 10 M (L X C)	UN	35,00	3,50	122,50
3.29	38383	SINAPI	LIXA D'AGUA EM FOLHA, GRAO 100	UN	30,00	1,79	53,70
3.30	1	COMPOSIÇÃO	CASA DE BOMBA EM ALVENARIA DE TIJOLO MACIÇO 100X120X120CM, REVESTIDA INTERNAMENTE E EXTERNAMENTE (CIMENTO E AREIA, TRAÇO 1:4) E=2,0CM, COM TAMPA METÁLICA E FUNDO DE CONCRETO 15MPA TIPO C - CONFECÇÃO	UN	1,00	525,00	525,00
3.31	3	LEROY MERLIN	BOMBA D'ÁGUA PERIFERICA 1CV	UN	1,00	434,90	434,90
3.32	4	LEROY MERLIN	TANQUE D' ÁGUA 6.000 MIL LITROS (ACQUALIMP)	UN	1,00	3.849,90	3.849,90
3.33	2696	SINAPI	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRAULICO	DIA	30,00	116,64	3.499,20
3.34	246	SINAPI	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRAULICO	DIA	30,00	82,64	2.479,20

4. INSTALAÇÃO ELÉTRICA (PAINEL DA BOMBA D'ÁGUA)							
4.1	39804	SINAPI	QUADRO DE DISTRIBUICAO, EM PVC, DE EMBUTIR, COM BARRAMENTO TERRA / NEUTRO, PARA 6 DISJUNTORES NEMA OU 8 DISJUNTORES DIN	UN	1,00	58,58	58,58
4.2	34653	SINAPI	DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, MONOPOLAR DE 6 ATE 32A	UN	2,00	9,53	19,06
4.3	39471	SINAPI	DISPOSITIVO DPS CLASSE II, 1 POLO, TENSAO MAXIMA DE 275 V, CORRENTE MAXIMA DE *45* KA (TIPO AC)	UN	2,00	107,77	215,54
4.4	39445	SINAPI	DISPOSITIVO DR, 2 POLOS, SENSIBILIDADE DE 30 MA, CORRENTE DE 25 A, TIPO AC	UN	1,00	146,82	146,82
4.5	981	SINAPI	CABO DE COBRE, FLEXIVEL, CLASSE 4 OU 5, ISOLACAO EM PVC/A, ANTICHAMA BWF-B, 1 CONDUTOR, 450/750 V, SECAO NOMINAL 4 MM2	M	50,00	2,41	120,50
4.6	2688	SINAPI	ELETRODUTO PVC FLEXIVEL CORRUGADO, COR AMARELA, DE 25 MM	M	25,00	1,29	32,25
4.7	862	SINAPI	CABO DE COBRE NU 10 MM2 MEIO-DURO	M	2,50	8,17	20,43

4.8	11991	SINAPI	HASTE DE ATERRAMENTO EM ACO GALVANIZADO TIPO CANTONEIRA COM 2,00 M DE COMPRIMENTO, 25 X 25 MM E CHAPA DE 3/16"	UN	1,00	41,62	41,62
4.9	7588	SINAPI	AUTOMATICO DE BOIA SUPERIOR / INFERIOR, *15* A / 250 V	UN	3,00	36,90	110,70
4.10	20111	SINAPI	FITA ISOLANTE ADESIVA ANTICHAMA, USO ATE 750 V, EM ROLO DE 19 MM X 20 M	UN	2,00	9,23	18,46
4.11	2436	SINAPI	ELETRICISTA	DIA	5,00	117,64	588,20
4.12	247	SINAPI	AJUDANTE DE ELETRICISTA	DIA	5,00	81,92	409,60
VALOR TOTAL (R\$)							76.320,32